

Aus der konservierenden Abteilung
(Leiter: Professor Dr. Dr. W. Ketterl)
der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Professor Dr. F. Jung)

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE BEEINFLUSSUNG KARIOSEN DENTINS IN VITRO

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Robert Schleiß
aus Seligenstadt

Mainz 1967

Aus der konservierenden Abteilung
Leiter: Professor Dr. Dr. W. Ketterl
der Klinik für Zahn- Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Direktor: Professor Dr. F. Jung

Experimentelle Untersuchungen über
die Beeinflussung kariösen Dentins
in vitro.

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät der Johannes Gutenberg
Universität Mainz

vorgelegt von
Robert Schleiß
aus Seligenstadt

Mainz 1967

Digitized by the Internet Archive
in 2026



Dekan: Professor Dr. L. Diethelm

Referent: Professor Dr. Dr. W. Ketterl

I. Die sog. indirekte Überkappung

Unter der indirekten Überkappung verstehen wir die Abdeckung der Pulpa bei noch vorhandener dünner Dentindecke mit und ohne vorherige Desinfektion.

Bei der Kavitätenpräparation sollen drei Grundsätze erfüllt werden:

1. die restlose Entfernung des kariösen Dentins
2. die Schonung der gesunden Zahnschubstanz
3. die absolute Schonung der Pulpa.

Bei der caries profunda aber müssen diese Forderungen zu einem Widerspruch führen. Entweder muß hierbei der Grundsatz 1 oder der Grundsatz 3 mißachtet werden.

Entschließen wir uns nun zur Belassung kariösen Dentins bei Gefahr einer Trepanation der Pulpa, so spielt das Problem der Desinfektion dieses Dentins bei der indirekten Überkappung eine erhebliche Rolle.

Im ersten Teil der Arbeit wird das Problem in der Literatur dargestellt und in einem geschichtlichen Überblick zunächst eine Einordnung der Autoren und eine exakte Gliederung in Gruppen angestrebt.

Mit Black (3) soll begonnen werden, da seine Ansichten vor allem durch die Fichler'sche Übersetzung seines Werkes auch in Deutschland in der konservierenden Zahnheilkunde 1914 zur allgemeinen Richtlinie werden. Black (3) lehnt das Zurücklassen von kariösem Dentin ab und zwar auch dann, wenn es vorher mit einem Antisepticum behandelt worden ist. "Es soll unter allen Umständen jede Spur von er-

weichtem Material entfernt werden, und wenn dabei die Pulpa freigelegt wird, muß man eben entsprechend vorgehen, "denn" die kariöse Masse enthält aber giftige Substanzen, die sich während des kariösen Prozesses bilden, und die in der beschriebenen Weise abgeschlossen, die Vitalität der Pulpa besonders gefährden."

Genauso bedingungslos fordert R. M ü l l e r (22), Blacks Schüler, niemals auch nur den geringsten Rest kariösen Dentins in der Kavität zurückzulassen.

In diese Gruppe einzuordnen ist auch M i l l e r (21), der aber 1903 von dieser Forderung bei Schmerzen und Nähe der Pulpa abgeht. Er beläßt nur dann eine dünne erweichte Schicht kariösen Dentins, wenn diese sehr gründlich "sterilisiert" ist.

W a l k h o f f (40) weist 1921 daraufhin, daß nicht nur das erweichte Zahnbein höchst infektiös sei, sondern auch das härtere pigmentische Zahnbein Bakterien enthält. Wie B l a c k (3) hält er die Kastenform mit parallelen Wänden ebenso wichtig wie die Forderung, "jede Karies zu entfernen, also wie ein Chirurg bei bösartigen Erkrankungen im Gesunden zu operieren." Trotzdem verzichtet er nicht auf eine antiseptische Einlage.

Ebenfalls 1921 besteht P e c k e r t (26) in seinem Lehrbuch "Einführung in die konservierenden Zahnheilkunde" auf dem chirurgischen Grundsatz vom Operieren im Gesunden, selbst wenn die Pulpa geopfert werden muß. Er appelliert an das Gewissen des Behandlers: "... bleiben wir uns bewußt, daß wir mit unserer Füllung über das zurückgelassene infektiöse Material nur ein Gewölbe bauen würden, unter dem der

kariöse Prozeß seinen Fortgang nehmen wird, so daß es nur eine Frage der Zeit ist, wann die virulente Infektion der Pulpa zur Tatsache wird..." Zum Unterschied zu den vorher erwähnten Autoren lehnt er den Gebrauch von Antiseptica als ungemein unsichere Methode ab.

Obwohl schon 1925 K a n t o r o w i c z (14) vermutet, daß die Karies am Boden einer Kavität nicht weiterschreiten kann, da die Kohlenhydrate fehlen, schließt er sich trotzdem der Black'schen Schule an. Er glaubt nicht, daß infiziertes Dentin restlos desinfiziert werden kann und verzichtet wie P e c k e r t (26) darauf.

W a n n e n m a c h e r (42) stützt sich 1941 in seinem Lehrbuch "Zahnerhaltungskunde" auf die Lehre von B l a c k (3) und behauptet, daß die Karies unter der Füllung beginnt und zwar durch irgendwelches infizierte Material. Er entfernt aus diesem Grunde das verfärbte Dentin. Interessant ist jedoch, daß er schon 1949 in der Neuauflage seines Lehrbuches angeregt durch B a t t (1) und überzeugt durch eigene Untersuchungen seine Ansicht insofern berichtigt, daß Sekundärkaries zu 95% vom Rande ausgeht. Er distanziert sich mehr und mehr von der Black'schen Regel und beläßt geringe Mengen kariösen Dentins am Boden der Kavität. Allerdings müsse "das kariöse Residualdentin durch geeignete Stoffe beeinflusst" werden, und er empfiehlt dafür eine 5-10%ige Silbernitratlösung.

Zu vergleichen mit W a n n e n m a c h e r (42) ist R e b e l (32), der sich anfangs ebenfalls zur Black'schen Schule bekennt, doch im Gegensatz zu W a n n e n m a c h e r (42) in großen Ausnahmefällen kariöses Dentin zurückläßt. Schon

in seinem Buch 1950 "Konservierende Zahnheilkunde" ist er ebenfalls zu einer Revision seiner radikalen Forderung bereit. Das belassene erweichte Dentin wird mit Jodalkohol oder Argentisol desinfiziert.

1953 untersucht W a n g (41) die Heß'sche und Kraus-Bonsack'sche Methoden (die später erörtert werden) und findet, daß "die Entfernung des kariösen Dentins möglichst weitgehend durchgeführt werden muß, und die nachfolgende Überdeckung des Dentins mit einem unschädlichen Überkappungsmittel nach einer einwandfreien Präparation weit bessere Resultate zeigt, als die sogenannte natürliche Überkappung der Pulpa nach Bonsack-Kraus."

Auch bei C a s t a g n o l a (6) in seinem 1953 erschienenen Buch "Die Lebenderhaltung der Pulpa" lesen wir : "Wir halten die Belassung kariösen Dentins nicht für vertretbar..." Wenn wirklich imprägniert und die Kavität geschlossen werden soll, so müsse der Zahn in gewissen Zeitabständen kontrolliert und nötigenfalls neu imprägniert werden bis eine feste Hartschubstanzbarriere bei reaktionsloser Pulpa festgestellt werde. Zur Desinfektion empfiehlt er Calciumhydroxyd.

Eine neue Richtung in der Reihe der Autoren weist R. F i s c h e r (9) , der die Karies bei Pulpennähe provisorisch überkappt und der Pulpa möglichst ohne Desinfektion die Remineralisierung des Dentins überläßt . Ist sie dazu nicht in der Lage, so wird sie abgetötet.

Zu vergleichen mit F i s c h e r (9) ist das Vorgehen von S c h u b e r t (36) (1955). Allerdings desinfiziert dieser mit dem antiseptischen Calxyl und Reoganbrei, ver-

schließt aber auch bei Pulpennähe die Kavität provisorisch.

H e s s (13) einer der bedeutendsten Vertreter dieser Gruppe, fordert, daß alles erweichte kariöse Material aus der Kavität zu entfernen sei, da es nach sofortigem Abschluß mit Zement und Amalgam ohne ständige Nachkontrollen eine empirische Methode und eine Gefährdung der Pulpa darstelle. Nur Sturebildner können so zum Absterben gebracht werden. Eine Belassung kariösen Dentins solle eine provisorische Maßnahme darstellen. Mit Calxyl werde die Remineralisierung angeregt und die Kariessäuren neutralisiert. Die grundsätzliche Sterilisierung hält H e s s jedoch für unmöglich. Er sieht im Gegensatz zu K r a u s (18) - B o n s a e k (4) in einer natürlichen Überkappung nur die Überkappung durch gesundes, unschädliches Dentin.

P r i t z (30) 1957 läßt wie S c h u b e r t (36) zur Schonung der Pulpa kariöses Dentin zurück, um es aber nach einer Applikation von Calxyl und einem provisorischen Verschuß vor Legung der definitiven Füllung zu exkavieren.

Abgeschlossen werden soll diese Reihe der Autoren mit den Argumenten W a e c h t e r s (39) 1963. Er folgert, daß unter erweichtem Dentin entweder eine harte dünne Dentindecke oder die offene Pulpa sich befinden könne, und so im ersten Falle das erweichte Dentin leicht zu entfernen sei, aber auch im zweiten dessen Entfernung nichts verderben könne, da hier die Pulpa sowieso offen und infiziert sei. Nach der Exkavation desinfiziert er mit Calciumhydroxyd. "Da sich aber öfters unter dem erweichten Dentin eine harte Dentindecke befindet, gibt es auch bei der indirekten Überkappung unter Zurücklassung erweichten Dentins Dammerefolge, die zu

irrtümlichen Folgerungen Anlaß geben."

Mit der Folgerung *W a e c h t e r s* (39) möchte ich zu einer Gruppe von Autoren Überleiten, die kariöses Dentin bei der Überkappung beläßt und zwar

- a. ohne medikamentöse Beeinflussung und
- b. mit medikamentöser Beeinflussung.

a. 1933 wendet sich *K r a u s* (18) gegen die allgemeine Vorschrift, alles kariös erweichte Dentin zu entfernen. Er glaubt, wenn Bakterien sich vermehren könnten, sei es gleich, ob einige oder viele zurückgelassen würden. Eine Sekundärkaries könne weiterhin nur vom Rande einer Kavität ausgehen. Der hermetische Abschluß unserer Füllungs-materialien bei kariesfreien Rändern schneide die Bakterien von der Ernährung ab, so daß sie nicht durch Zersetzung von Kohlenhydraten Säure bilden könnten, die zur Entkalkung und somit zur Entstehung der Sekundärkaries nötig sei. Weiterhin ist er überzeugt, daß "das kariöse Zahnbein vom Stoffwechsel via pulpa und gegen diese durch eine homogene Kalkbarriere abgegrenzt ist." *K r a u s* lehnt jede Desinfektion ab, da auch dann nach längerer Zeit Bakterien gefunden würden und verschließt die Kavität mit einer doublierten Amalgamfüllung nach *Robiczek*.

1942 greift *B a t t* (1) in einem Artikel "Gibt es ein Kariesrezidiv" *W a n n e n m a c h e r* (42) an, und damit auch die Black'sche Schule, indem er betont: "Jedem bei einer Operation noch so kleinen Rest zurückgelassenen Karzinomgewebes folgt mit fast mathematischer Sicherheit ein Karzinomrezidiv, nicht so bei der Karies." "Jede Karies, die

durch Füllung nach außen abgeschlossen wird, steht still." B a t t stützt seine Behauptung auf tausendfache klinische Beobachtungen, wissenschaftlich jedoch vermag er es nicht zu beweisen.

Um 1950 erscheinen die Artikel von B o n s a c k (4), der gestützt auf K r a u s (18) und B a t t (1) sich ebenfalls für die Belassung von erweichtem Dentin über der Pulpa ohne Desinfektion unter hermetischem Abschluß der Füllung einsetzt. Zur Bedingung macht er einen 1-1,5mm breiten kariesfreien Rand. Auf dem Boden der Kavität beläßt er ein Fleckchen kariöses Dentin von 2-3mm Durchmesser und 0,5mm Dicke und nennt seine Methode natürliche Überkappung (coiffage naturel), denn er sieht an dieser Überkappung nichts Indirektes, da das kariöse Dentin über der Pulpa nicht entfernt werde. B o n s a c k verzichtet wie K r a u s (18) und B a t t (1) auf wissenschaftliche und histologische Untersuchungen und stützt sich auf klinische Erfolge und röntgenologische Kontrollen.

P l a t h n e r (27) führt 1953 Behandlungen einer caries profunda unter absichtlichem Zurücklassen von erweichtem Dentin mit und ohne Verwendung von Medikamenten durch und folgert: " Die Ergebnisse bei der Behandlung ohne Verwendung von Medikamentenerwiesen sich als auffällig gut," und seien sogar besser als die unter Anwendung von Medikamenten. Nichtreizende, gewebefreundliche Medikamente Jodoform und Eugenol könnten zur Desinfektion herangezogen werden, aber notwendig sei ihr Gebrauch nicht.

Zur selben Zeit nimmt H a r n d t (11) zu diesem Thema Stellung und bezieht sich auf K r a u s (18) und eigene

Untersuchungen. "Mir scheinen die Befunde die Deutung zu gestatten, daß auch das zurückgelassene erweichte Dentin, wenn es nicht in zu großen Mengen vorhanden ist, keinen ausreichenden Nährboden für die Fortentwicklung der Bakterien und damit für die progressive Ausbreitung der Karies abgibt." Man solle sich jedoch nur bei einer Gefährdung der Pulpa hierauf beschränken und die Kavität kurz austrocknen, da eine allzu "gründliche Desinfektion zu Ätzungen und Nekrosen der Pulpa führen könne."

b. Doch schon Ende des letzten Jahrhunderts setzt sich A. W i t z e l (43) für die weniger radikale Richtung ein und beläßt das verfärbte, harte Dentin aber unter Desinfektion mit Chlor-, Zink- und Phenollösung. Er versucht so, die Weiterentwicklung der im harten Zahnbein sitzenden Mikroorganismen zu hemmen.

Noch einen Schritt weiter geht um 1900 P r e i s w e r k (29) und B a u m e (2), die schon damals erweichtes Dentin zurücklassen, um die Pulpa zu schonen. Ebenfalls wird schon ein sauberer Rand und ein hermetischer Abschluß der Füllung verlangt. B a u m e legt eine Chlorzinkzementunterfüllung, während P r e i s w e r k Zinkoxydeugenol wegen seiner antiseptischen Wirkung als Unterfüllungsmaterial vorzieht.

1953 beschreibt Z e r o s i (44) die starken pulpalen Abwehrreaktionen und glaubt, daß vor allem junge Zähne durch konservative Therapie unterstützt "unter allen Umständen erhalten werden müßten." Kariöses Dentin müsse nur von den Rändern und teilweise vom Boden entfernt mit Calxyl belegt werden.

S p r e t e r v o n K r e u d e n s t e i n (38) 1953 schreibt:
"Es kann demnach als gesichert gelten, daß auch die radikale Beseitigung alles kariös erweichten und verfärbten Dentins weder den Infektionsherd vollkommen auszuschalten noch - was praktisch wichtiger ist - das Übergreifen der Infektion auf das lebende Zahnbein zu verhindern vermag." Deshalb könne die radikale Lehre ihren eigentlichen Zweck, nämlich die vollkommene Ausschaltung des Infektionsherdes, nicht verwirklichen. Wenn auch für ihn eine vollständige Desinfektion nicht möglich ist, verzichtet er trotzdem nicht darauf und bevorzugt vor allem Silbernitrat und Zinkoxydeugenol.

M a e g l i n (20) regt 1954 mit einer Desinfektion die Abwehrfunktion der Pulpa und die Sekundärdentinbildung an, und mit den hauptsächlich von ihm empfohlenen Kalksalzpräparaten erreicht er eine Erhärtung des Kavitätenbodens, aber nicht in allen Fällen eine 100%ige Desinfektion.

M ü n c h (23) stützt sich 1955 auf die Arbeiten von P l a t h n e r (27) und R i e d e l. Angeregt durch die Kasseler Tagung jedoch, die die Desinfektion als Sicherheitsfaktor fordert, empfiehlt er den Jodoformzement, der zu den stärksten Antiseptica gehört.

B ü c h s (5) 1955 fordert unbedingt über dem erweichten Dentin die hermetisch schließende Füllung und den kariesfreien Rand, um das Kariesrezidiv und eine eventuelle Bakteriämie zu vermeiden. Dazu komme es, wenn Streptokokken mit der Karies die Pulpa erreichen. Auf manche Bakterien wirke sich der hohe pH-Wert von alkalischen Präparaten besonders ungünstig aus.

K l u c z k a (16) 1956 befürwortet die Zurücklassung kariösen Dentins und 1964 sogar geringe Mengen erweichten Dentins nur unter Vorbehalten, d.h. bei Gefährdung der Pulpa. Sonst strebt er wie H e s s (13) das Arbeiten im Gesunden an. Da das Dentin auch nach vollständiger Exkavation infiziert sei, glaubt er, daß bei Anwendung bestimmter Medikamente die Abtötung rascher und intensiver vor sich geht. Dem bakterizid wirkenden Calxyl gibt er vor den Zinkoxydnelkenölpräparaten den Vorzug.

K e t t e r l (15) 1962 stellt zur indirekten Überkappung drei Punkte auf:

- a. es muß eine vitale, klinisch gesunde Pulpa vorliegen
- b. in der Kavität darf nur kariös verändertes, nicht aber kariös erweichtes Dentin zurückgelassen werden, und zwar nur dort, wo dessen Entfernung die unmittelbare Gefahr einer Eröffnung des Zahnmarks mit sich bringt
- c. eine spezielle Behandlung des kariös veränderten Dentins ist erforderlich.

Eine Belassung von restlos erweichtem Dentin über der Pulpa lehnt er ab. Als Desinfektionsmittel bevorzugt er auf Grund klinischer Erfahrung das Zinkoxydnelkenöl vor Calxyl und Reogan.

P a n t k e (25) 1963 verzichtet nicht auf Desinfizierung des erweichten Dentins, obwohl nach anderen Autoren die zurückgelassenen Bakterien harmlos seien. Er will damit dem Kariesrezidiv vorbeugen und die Remineralisation anregen,

und er verwendet Calxyl und Silbernitrat, während er Tiral , Eugenol, Phenol oder formalinhaltige Medikamente ablehnt.

Abgeschlossen werden soll diese Reihe der Autoren und damit auch die geschichtliche Zusammenfassung mit L ö r i n c z y - L a n d g r a f (15) 1964. Auch er desinfiziert das zurückgelassene erweichte Dentin sogar bei seröser Pulpitis mit Calciumhydroxyd. Er sieht zwischen einem radikalen Ausräumen bis "ins Gesunde" und einer Zurücklassung von erweichtem Dentin nur einen quantitativen Unterschied, "da auch "das gesunde" Dentin infiziert sei.

Sowohl die Autoren, die die Kavität soweit wie möglich ins Gesunde exkavieren wollen, sei es mit oder ohne Desinfektion, als auch die Autoren der zweiten Gruppe , die kariöses Dentin mit und ohne medikamentöse Beeinflussung belassen, fordern eine Füllung, die möglichst dicht mit dem kariesfreien Rand abschließt. Alle sind sich einig, daß hiermit ein für Bakterien nicht mehr passierbarer Abschluß gegeben ist. B l a c k (3) ist überzeugt, daß er am Ende seiner Kavitätenpräparation wirklich gesundes nicht mehr infiziertes Dentin vorfindet. Doch Untersuchungen mehrerer Autoren, ganz besonders die von F r a d e r haben bewiesen , daß auch die makroskopisch gesunden Dentinschichten mit Vorpostenbakterien infiziert sind. Hier folgert die Kraus'sche Schule, wenn Bakterien irgendeine Möglichkeit hätten, sich zu vermehren, sei es doch gleichgültig ob wenige oder mehrere zurückgelassen würden. Diese Tatsache wird zum Angelpunkt der Auseinandersetzungen. Denn K r a u s (18) und

B o n s a c k (4) sowie P l a t h n e r (27) geben den Bakterien keine Möglichkeit, sich weiter zu vermehren, da sie von der Ernährung abgeschnitten seien. Eigens H e s s (13) hat gezeigt, daß der Randspalt nur für eine Prontosillösung mit einem Ausmaß von $0,85\text{m}\mu$ Molekülgröße durchgängig ist, woraus S p r e t e r von K r e u d e n s t e i n (38) schließt, daß dieser Spalt nicht einmal für Serum oder Eialbuminlösung oder Disaccharidlösung passierbar ist. Trotzdem schreibt H e s s (13): "Lassen wir kariös erweichtes Dentin über der Pulpa, so schaffen wir unbiologische Verhältnisse und ermöglichen eine Infektion der Pulpa, welche durch undichte Füllung, Schmelzsprünge das vorhandene kariöse Dentin weiterhin zur Entwicklung bringen können." Diese Autoren wollen hiermit auch Noxen auf die Pulpa ausschalten. Weiter würde die Beseitigung kariösen Dentins eine eventuell offene und somit infizierte Pulpa erkennen lassen. Wohingegen wieder die Kraus'sche Schule mechanische bzw. thermische Insulte oder eine artificielle Eröffnung der Pulpa befürchtet. Auch würde man nach K r a u s (18) dem Patienten nicht nur unnötig Schmerzen durch Reizung der Tomes'schen Fasern zufügen, sondern auch die Pulpa ihres natürlichen Schutzes berauben. Er stützt sich hierbei auf Arbeiten von O k a i n o, der nachgewiesen hat, daß die Flüssigkeit von Silikatzement durch gesundes Zahnbein eindringt, jedoch nicht durch eine Kalkbarriere, mit der gerechnet werden muß. Dem Argument der Kraus'schen Schule, daß mit dem Belassen kariösen Dentins die Zahl der Wurzelbehandlungen und so die Fokalinfection reduziert wird, entgegnet W a e c h t e r (39), daß hiermit der Wissenschaft bei eventuell offener

Pulpa ein schlechter Dienst erwiesen ist, wenn der röntgenologisch sichtbare Fokalinfekt von der Wurzelspitze in die coronale Pulpa verlegt wird.

Bevor auf einen weiteren Streitpunkt, die Desinfektion, eingegangen wird, muß die Frage nach der Art der bakteriellen Infektion des kariösen Dentins und die Frage der Lebensfähigkeit der Bakterien unter der Füllung beantwortet werden.

Nach eingehenden bakteriologischen Untersuchungen von B ü c h s (5) wurden vor allen Dingen der Streptokokkus salivarius, der Streptokokkus viridans Schottmüller, Enterokokken und Lactis Streptokokken isoliert. Von ihm können die immer wieder von P r a d e r zitierten gramnegativen Vorpostenbakterien allerdings nicht entdeckt werden. Um die Jahrhundertwende wurden von S i e b e r t reine Streptokokken in den tieferen Dentinschichten gefunden. Weiter erfahren wir von B ü c h s (5), daß bei G o a d b y außer Streptokokken der Bazillus necrodentalis Goadby und bei C o x in den oberen Schichten der Lactobazillus acidophilus und in den tieferen die Streptokokkengruppe vorherrsche. Aus den Arbeiten B e s i c s berichtet S c h u b e r t (36) in seinem Artikel "Die Vitalerhaltung der Pulpa bei caries profunda", daß der Lactobazillus nach 2-10 Monaten abgestorben sei, und daß 30% der Streptokokken und 100% der Staphylokokken nach einem Jahr noch am Leben seien. H e s s (13) bestätigt unter einer dichtschießenden Füllung die Lebensfähigkeit der Aerobier und Anaerobier und beobachtet nur ein Absterben der Säurebildner. Diese Ergebnisse sprechen für eine

medikamentöse Beeinflussung kariösen Dentins.

Während H e s s (13), C a s t a g n o l a (6), W a n g (41), R e b e l (32), W a n n e n m a c h e r (42), W a l k h o f f (40) u. a. trotz weitgehender Exkavation das restliche Zahnbein desinfizieren, verzichten aber K r a u s (18), B o n s a c k (4), B a t t (1), P l a t h n e r (27) und H a r n d t (11) darauf. Doch es ist interessant festzustellen, daß auch in der 1. Gruppe Autoren wie P e c k e r t (26), K a n t o r o w i c z (14) und R. F i s c h e r (9), anders als die Autoren der gleichen Gruppe, eine Desinfektion für unnötig halten und umgekehrt ebenso in der 2. Gruppe Autoren wie W i t z e l (43), P r e i s w e r k (29), B a u m e (2), S p r e t e r v o n K r e u d e n s t e i n (38), M a e g l i n (20), K e t t e r l (15), P a n t k e (25) u.s.w., die eine Belassung von kariösem Dentin erlauben, im Gegensatz zur Bonsack'schen Schule desinfizieren möchten.

Die Desinfektion sorgt also für Verbindung zwischen den Autoren der einzelnen Hauptgruppen und aber auch gleichzeitig für Meinungsverschiedenheiten im eigenen Lager.

Mit dem, was wir von einer Desinfektion erwarten dürfen, möchte ich mich nach in vitro Untersuchungen über die Möglichkeit einer medikamentösen Beeinflussung kariösen Dentins auseinandersetzen.

II. Eigene Untersuchungen

Versuchsanordnung

Aus frisch extrahierten tief kariösen Zähnen werden mit einem Exkavator annähernd gleichgroße Stückchen kariöses Dentin ausgeschält.

Je zwei Kariesbröckchen werden in insgesamt 210 Reagenzgläser gelegt. Darauf werden jeweils 30 Reagenzgläser je

1cm³ einer 1:10 000 verdünnten Merfenlösung (Zyma)

1cm³ einer 1:10 000 verdünnten Cialitlösung (Hoechst Farbw.)

1cm³ Chlorphenolkampfer (Gonser, Stuttgart)

1cm³ Nelkenöl (A. Kettenbach, Wissenbach)

1cm³ Bergamottöl (Roescheisen)

1cm³ aqua dest. als Placebo

1cm³ Calxylwasser, einer Suspension aus/(Otto&Co, Frankf.)

• einem bohngroßen Stück Calxyl in 100cm³ aqua bidest. zugesetzt.

Unter den 210 Reagenzgläsern befinden sich also 6x30 Reagenzgläser mit einem Desinfektionsmittel und 1x30 Reagenzgläser mit aqua dest. .

In den ersten 10 der jeweils 30 Reagenzgläser wirken 1 Tag, in den zweiten 10 Reagenzgläsern 3 Tage und in den restlichen 10 Reagenzgläsern 7 Tage die Desinfektionsmittel auf zwei Bröckchen kariöses Dentin ein. Nach diesen Einwirkungszeiten wird das Dentin mit einer ausgeglühten Platinöse aufgefischt und in einer Petrischale mit aqua bidest. ausgeschwenkt. Das aqua bidest. ist mit einer oberflächenaktiven 1%igen Tween-80-lösung versetzt. Darauf

werden je ein Dentinbröckchen in 10cm³ einer 3%igen Traubenzuckerbouillon auf aerobes und in 10cm³ Thioglycolatbouillon nach B r e w e r auf anaerobes Wachstum im Prutschrank bei 37° untersucht. Um ganz sicher zu gehen, daß den Bakterien, die tiefer im kariösen Dentin stecken, der Weg an die Oberfläche des Dentins und so in die Bouillon ermöglicht wird, wird etwa zurückgebliebenes Desinfektionsmittel, was besonders für die öligen Substanzen Chlorphenol, Nelkenöl und Bergamottöl gilt, durch einen 1%igen Tweenzusatz zur jeweiligen Bouillon abgeschwemmt. Die Dentinstückchen werden nach 1, 3 und 7tägiger Einwirkungszeit des Desinfektionsmittels 7 Tage lang in dieser Nährbouillon auf Wachstum beobachtet. Aber schon das Wachstum nach 1, 2, 3, 4, 5 und 6 Tagen wird in den folgenden Tabellen verzeichnet, obwohl für die Auswertung nur der 7. Tag interessiert. Durchweg zeichnet sich spätestens nach 4 Tagen das Wachstum ab, so daß der 5. bis 7. Beobachtungstag als Vorsichtsmaßnahme angesehen werden kann, um das Ergebnis zu bestätigen. Trotzdem wird nochmals die sterile Bouillon aus Reagenzgläsern, die kein Wachstum zeigten, auf Blutagar-Platten ausgestrichen und 2 Tage beobachtet. Es kam zu keinerlei Veränderung mehr. Zusammenfassend werden also bei den 7 Mitteln aus den je 30 Reagenzgläsern 60 Dentinbröckchen, 30 auf aerobes und 30 auf anaerobes Wachstum untersucht.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen wird in den folgenden Tabellen zusammengefasst.

In der oberen Querspalte finden wir die Einwirkungszeiten der Medikamente nach 1 3 und 7 Tagen; die jeweils 10

angesetzten Versuche werden mit den Zahlen 1-10 bezeichnet.

In der Längsspalte wird das Wachstum, das trotz der Einwirkung der Medikamente nun in aerober und anaerober Bouillon nach 1-7 Tagen Beobachtungszeit auftritt mit (+) und das Ausbleiben von Wachstum mit (-) angegeben.

Merfen:	1.Tag										3.Tag										7.Tag									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bouillon aerob																														
1.Tag	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±	-	-	-	-
2.Tag	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±	-	-	-	-
3.Tag	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	±	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
4.Tag	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	±	-	±	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
5.Tag	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
6.Tag	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
7.Tag	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Bouillon anaerob																														
1.Tag	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
2.Tag	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	±	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
3.Tag	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	±	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
4.Tag	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
5.Tag	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
6.Tag	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
7.Tag	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-

Cialit	1.Tag										3.Tag										7.Tag									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bouillon aerob																														
1.Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.Tag	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.Tag	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.Tag	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.Tag	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bouillon anaerob																														
1.Tag	+	-	-	-	±	-	-	-	-	±	±	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.Tag	+	-	-	-	±	-	-	-	±	±	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.Tag	+	-	-	-	±	-	-	-	±	±	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.Tag	+	+	-	±	+	±	+	±	±	±	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.Tag	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.Tag	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.Tag	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ChlorphenolK	1.Tag										3.Tag										7.Tag									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bouillon aerob																														
1.Tag	+	+	+	-	+	-	±	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.Tag	+	+	+	+	+	-	±	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
3.Tag	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	±	+	-	-	-
4.Tag	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-
5.Tag	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-
6.Tag	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-
7.Tag	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-
Bouillon anaerob																														
1.Tag	-	-	-	±	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±	-	-
2.Tag	-	+	-	±	-	±	-	-	±	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	±	-
3.Tag	+	+	-	+	-	±	-	±	±	±	-	+	-	±	-	±	-	+	-	-	-	-	-	-	±	-	+	-	±	+
4.Tag	+	+	-	+	-	+	-	±	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	±	-	+	-	-	+	+
5.Tag	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-
6.Tag	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-
7.Tag	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-

Calxylwasser	1. Tag										3. Tag										7. Tag									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bouillon aerob	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1. Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bouillon anaerob	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1. Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nelkenöl	1. Tag										3. Tag										7. Tag										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Bouillon aerob																															
1. Tag	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2. Tag	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
3. Tag	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
4. Tag	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
5. Tag	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
6. Tag	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
7. Tag	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Bouillon anaerob																															
1. Tag	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Tag	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
3. Tag	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
4. Tag	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
5. Tag	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
6. Tag	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
7. Tag	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+

Bergamottöl	1. Tag										3. Tag										7. Tag									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bouillon aerob	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1. Tag	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Tag	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
3. Tag	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
4. Tag	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
5. Tag	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
6. Tag	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
7. Tag	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Bouillon anaerob	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1. Tag	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Tag	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
3. Tag	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
4. Tag	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
5. Tag	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-
6. Tag	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-
7. Tag	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-

Nach dieser Ersttabelle läßt sich auf den ersten Blick die erstaunlich gute Wirkung von Calxylwasser feststellen, das nur nach 3tägiger Einwirkungszeit bei 20 Versuchen aerob zweimal Wachstum und anaerob einmal Wachstum aufweist. Das Cialit hingegen wirkt nach 1 und 3tägiger Einwirkungs-
dauer aerob sehr gut mit nur einmal Wachstum, anaerob allerdings nach 1 Tag mit neunmal Wachstum, das am 3. Tage wieder auf zweimal Wachstum reduziert wird. Der 7. Tag ist wie bei Calxylwasser frei von Wachstum. Das Merfen zeigt seine beste Wirkung mit jeweils einem Wachstum aerob nach 3 und 7 Tagen Einwirkungs-
dauer und wirkt auch anaerob nach dieser Zeit mit je dreimal Wachstum recht gut. Die Zahl der Versuche mit Wachstum liegt bei Chlorphenolkampfer, Bergamottöl und Nelkenöl nach allen Einwirkungszeiten aerob und anaerob höher.

Bei aqua dest. kommt es überall zu Wachstum.

Statistische Auswertung medikamentöser Dentinbeeinflussung bei in vitro Versuchen

In dieser Arbeit interessiert nicht, welche Bakterien stärker oder schwächer von den jeweiligen Mittel angegriffen werden, sondern nur, ob nach verschiedener Einwirkungs-
dauer Bakterienwachstum auftritt. Deshalb und aus techni-
schen Gründen ist die bakterielle Zusammensetzung des
Dentins zweitrangig.

Zuerst werden in Vierfelder-Tests die einzelnen Desin-
fektionsmittel gegen aqua dest., dem Placebo, dann die
Medikamente in Vierfelder-Tests unter einander verglichen.
Die Zahl der positiven und negativen Versuche (Wachstum,
kein Wachstum) eines jeden Mittels werden pro Einwirkungs-
dauer einander gegenübergestellt.

Auf Grund der Randsummen $x_{.1}$, $x_{.2}$, $x_{1.}$, $x_{2.}$ wird für
jedes Mittel der Kästchen der Kontingenztafel ein Erwar-
tungswert e_{ij} berechnet und aus der Differenz dieses Wer-
tes zum Beobachtungswert x_{ij} der Dispersionsindex χ^2_{ij}
errechnet.

	1	2	...	K	
1	x_{11}	x_{21}	...	x_{1K}	$x_{1.}$
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2K}	$x_{2.}$
			x_{ij}		
L	x_{L1}	x_{L2}	...	x_{LK}	$x_{L.}$
	$x_{.1}$	$x_{.2}$	...	$x_{.K}$	$x_{..}$

Die Gesamtsumme der Einzel- $\sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^K X_{ij}^2 = \chi^2_{\text{insgesamt}}$ der ganzen Wertetabelle ist ein Maß für die gesamten Abweichungen innerhalb der Wertetabelle. Dieses $\chi^2_{\text{insgesamt}}$ wird mit einem Grenzwert verglichen, der sich nach der Zahl der Freiheitsgrade der Wertetafel und der gewählten Irrtumswahrscheinlichkeit (z.B. 5% bzw. 1%) richtet. Hat eine Wertetafel k-Spalten und l-Zeilen, so hat $\chi^2_{\text{insgesamt}}$ $(k - 1) (l - 1)$ Freiheitsgrade.

Eine Vierfeldertafel mit je 2 Zeilen und 2 Spalten hat $(2 - 1) (2 - 1) = 1$ Freiheitsgrad. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $p \leq 5\%$ ist der Grenzwert = 3.841 bei $p \leq 1\%$ ist er = 6.635. Überschreitet der beobachtete χ^2 Wert den tabellierten Wert für die gewählte Irrtumswahrscheinlichkeit, so sind die Unterschiede innerhalb der Wertetabelle bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit statistisch auffällig, bei 1% Irrtumswahrscheinlichkeit statistisch gesichert (signifikant).

Die Verwendung des einfachen χ^2 -Testes setzt bei der Vierfeldertafel voraus, daß der Erwartungswert in keinem der Fächer weniger als 1 beträgt. Tritt in einem Feld ein Erwartungswert von ≤ 1 auf, so muß hier eine Modifikation des einfachen χ^2 -Vierfelder-Testes, der sogenannte "Exakte Test nach F i s h e r" durchgeführt werden. Hierbei wird die Wahrscheinlichkeit p für das Eintreffen einer bestimmten Zahlenverteilung, aus den in der Vierfeldertafel vorgegebenen Randsummen, direkt berechnet.

Auch dafür liegen tabellierte Grenzwerte vor z.B. in den G e i g y - Tabellen (10), wodurch das etwas lang-

wierige Errechnen der Gesamtwahrscheinlichkeiten mit Hilfe der Formel $p = \frac{x_{.1}! \cdot x_{.2}! \cdot x_{1.}! \cdot x_{2.}!}{x_{..}! \cdot x_{11}! \cdot x_{12}! \cdot x_{21}! \cdot x_{22}!}$ entfällt.

Laut G e i g y - Tabelle (10) gehe man so vor: "Irgendeine statistische Prüfung führe auf die Vierfeldertafel

$$\begin{array}{c|c|c} x_{11}(x_{1.} - x_{11})! & x_{1.}! & \\ \hline x_{21}(x_{2.} - x_{21})! & x_{2.}! & \\ \hline x_{.1} & x_{.2} & x_{..} \end{array}, \text{ die in den Zeilen und Spalten so}$$

geordnet wird, daß $x_{1.} \leq x_{2.}$ und $x_{11} \leq (x_{1.} - x_{11})$ sei.

Danach wird $x_{1.} + x_{2.} = x_{..}$ und $x_{11} + x_{21} = X$ addiert und findet daneben die gewünschten Signifikanz entsprechenden Schranken X_{links} und X_{rechts} . Dann gilt, wenn $x_{11}/x_{1.} = p_1$ und $x_{21}/x_{2.} = p_2$.

Ist $X \leq X_{\text{links}}$ oder $X \geq X_{\text{rechts}}$, so ist, da die Tests zweiseitig angelegt sind, $\text{Prob}(p_1 \neq p_2) = 2\alpha$. Liegt X zwischen X_{links} und X_{rechts} , so läßt sich die Nullhypothese $p_1 = p_2$ nicht verwerfen.

Um eine generelle Aussage machen zu können, wurden, nach dem Vergleich der Präparate gegen aqua dest. und untereinander, die Beobachtungswerte der einzelnen Fächer der Vierfeldertafeln in einem statistischen Standardisierungsverfahren zusammengefaßt und das χ^2 auf Grund der ebenfalls zusammengefaßten Erwartungswerte der einzelnen Fächer der Vierfeldertafeln, errechnet.

Es wurde geprüft, ob

1. unabhängig von der Einwirkungs-
dauer das aerobe und anaerobe
Wachstum
2. das aerobe und anaerobe Wachstum
zusammen nach den verschiedenen
Einwirkungszeiten von 1, 3 und
7 Tagen
3. unabhängig von der Einwirkungs-
dauer und unabhängig ob aerob
oder anaerobes Wachstum

statistisch gesicherte Unterschiede in der Hemmwirkung der einzelnen Desinfektionsmittel bestehen.

Durch dieses Standardisierungsverfahren wird nicht nur der unterschiedliche Einfluß der Einwirkungszeiten und der unterschiedliche Einfluß auf aerobes und anaerobes Wachstum eliminiert, es wird dadurch auch noch die Zahl der Beobachtungen in den einzelnen Fächern vermehrt, und damit wieder eine Steigerung der Prüfnauigkeit erreicht.

Zum besseren Verständnis der Tabellen wird darauf hingewiesen, daß das jeweils bessere Mittel in den einzelnen Tabellen zuerst genannt und mit dem schlechteren verglichen wird.

Wachstum

Herobier

1 Tag Einwirkungsdauer

Anaerobier

4. Tag Herobier + Anaerobier

Bergamott Nelkenöl

+	8	7	15
-	7.5	7.5	15
-	2	3	5
-	2.5	2.5	5
-	10	10	20

$\chi^2 = 0,16$

3 Tage Einwirkungsdauer

Bergamott Nelkenöl

+	7	10	17
-	8.5	8.5	17
-	3	0	3
-	4.5	4.5	9
-	10	10	20

$\chi^2 = 3,58$

7 Tage Einwirkungsdauer

Bergamott Nelkenöl

+	4	7	11
-	5.5	5.5	11
-	6	3	9
-	4.5	4.5	9
-	10	10	20

$\chi^2 = 5,14$

Gesamtvergleich Herobier

Bergamott Nelkenöl

+	19	24	43
-	21.5	21.5	43
-	11	6	17
-	8.5	8.5	17
-	30	30	60

$\chi^2 = 2,04$

Gesamtvergleich Anaerobier

Bergamott Nelkenöl

+	21	19	40
-	20	20	40
-	9	11	20
-	10	10	20
-	30	30	60

$\chi^2 = 0,3$

Bergamott Nelkenöl

+	8	7	15
-	7.5	7.5	15
-	2	3	5
-	2.5	2.5	5
-	10	10	20

$\chi^2 = 0,16$

Bergamott Nelkenöl

+	8	7	15
-	7.5	7.5	15
-	2	3	5
-	2.5	2.5	5
-	10	10	20

$\chi^2 = 0,16$

Bergamott Nelkenöl

+	5	5	10
-	5	5	10
-	5	5	10
-	5	5	10
-	10	10	20

$\chi^2 = 0$

Bergamott Nelkenöl

+	16	14	30
-	15	15	30
-	4	6	10
-	5	5	10
-	20	20	40

$\chi^2 = 0,54$

3. Tag Herobier + Anaerobier

Bergamott Nelkenöl

+	15	17	32
-	16	16	32
-	5	3	8
-	4	4	8
-	20	20	40

$\chi^2 = 0,62$

7. Tag Herobier + Anaerobier

Bergamott Nelkenöl

+	9	12	21
-	10.5	10.5	21
-	11	8	19
-	9.5	9.5	19
-	20	20	40

$\chi^2 = 0,88$

Gesamtvergleich Herobier + Anaerobier

Bergamott Nelkenöl

+	40	43	83
-	41.5	41.5	83
-	20	17	37
-	18.5	18.5	37
-	60	60	120

$\chi^2 = 0,34$

Ciallit - Merfen

Herobier

1 Tag Einwirkungsdauer

Wachstum	Ciallit	Merfen
+	1	5
-	3	3
-	9	5
-	7	7
-	10	10
-	20	20

$$\chi^2 = 3,81$$

4. Tag Herobier + Anaerobier

Wachstum	Ciallit	Merfen
+	10	10
-	10	10
-	10	10
-	20	20
-	20	40

$$\chi^2 = 0$$

Anaerobier

3 Tage Einwirkungsdauer

Wachstum	Ciallit	Merfen
+	1	1
-	1	1
-	9	9
-	9	9
-	10	10
-	20	20

$$\chi^2 = 0$$

Wachstum	Ciallit	Merfen
+	2	3
-	2,5	2,5
-	8	7
-	7,5	7,5
-	10	10
-	20	20

$$\chi^2 = 0,26$$

3. Tag Herobier + Anaerobier

Wachstum	Ciallit	Merfen
+	3	4
-	3,5	3,5
-	17	16
-	16,5	16,5
-	20	20
-	40	40

$$\chi^2 = 0,17$$

7 Tage Einwirkungsdauer

Wachstum	Ciallit	Merfen
+	0	1
-	0,5	0,5
-	10	9
-	9,5	9,5
-	10	10
-	20	20

$$\chi^2 = 0,76$$

(mit F-Test)

Wachstum	Ciallit	Merfen
+	1,5	3
-	10	7
-	8,5	8,5
-	10	10
-	20	20

$$\chi^2 = 3,52$$

7. Tag Herobier + Anaerobier

Wachstum	Ciallit	Merfen
+	0	4
-	2	2
-	20	16
-	18	18
-	20	20
-	40	40

$$\chi^2 = 2,44$$

Gesamtvergleich Herobier

Wachstum	Ciallit	Merfen
+	2	7
-	4,5	4,5
-	2,8	2,3
-	2,5,5	2,5,5
-	30	30
-	60	60

$$\chi^2 = 3,24$$

Gesamtvergleich Anaerobier

Wachstum	Ciallit	Merfen
+	11	11
-	11	11
-	19	19
-	19	19
-	30	30
-	60	60

$$\chi^2 = 0$$

Gesamtvergleich Herobier + Anaerobier

Wachstum	Ciallit	Merfen
+	13	18
-	15,5	15,5
-	4,7	4,2
-	44,5	44,5
-	60	60
-	120	120

$$\chi^2 = 1,12$$

Nelkenöl - aqua dest.

Herobier

1 Tag Einwirkungsdauer

Wachstum

Nelkenöl	aqua dest.
+ 7	10
- 8,5	8,5
- 3	0
- 1,5	1,5
- 10	10
- 20	20

$$\chi^2 = 3,53$$

Anaerobier

Wachstum

Nelkenöl	aqua dest.
+ 7	10
- 8,5	8,5
- 3	0
- 1,5	1,5
- 10	10
- 20	20

$$\chi^2 = 3,53$$

3 Tage Einwirkungsdauer

Wachstum

Nelkenöl	aqua dest.
+ 10	10
- 10	10
- 0	0
- 0	0
- 10	10
- 20	20

$$\chi^2 = 0$$

(mit F-Test)

7 Tage Einwirkungsdauer

Wachstum

Nelkenöl	aqua dest.
+ 7	10
- 8,5	8,5
- 3	0
- 1,5	1,5
- 10	10
- 20	20

$$\chi^2 = 3,53$$

Gesamtvergleich Herobier

Wachstum

Nelkenöl	aqua dest.
+ 24	30
- 27	27
- 6	0
- 3	3
- 30	30
- 60	60

$$\chi^2 = 6,66$$

Gesamtvergleich Anaerobier

Wachstum

Nelkenöl	aqua dest.
+ 19	30
- 24,5	24,5
- 11	0
- 5,5	5,5
- 30	30
- 60	60

$$\chi^2 = 13,46$$

4. Tag Herobier + Anaerobier

Wachstum

Nelkenöl	aqua dest.
+ 14	20
- 17	17
- 6	0
- 3	3
- 20	20
- 40	40

$$\chi^2 = 7,06$$

3. Tag Herobier + Anaerobier

Wachstum

Nelkenöl	aqua dest.
+ 17	20
- 18,5	18,5
- 3	0
- 1,5	1,5
- 20	20
- 40	40

$$\chi^2 = 3,24$$

7. Tag Herobier + Anaerobier

Wachstum

Nelkenöl	aqua dest.
+ 12	20
- 16	16
- 8	0
- 4	4
- 20	20
- 40	40

$$\chi^2 = 10$$

Gesamtvergl. Herobier + Anaerobier

Wachstum

Nelkenöl	aqua dest.
+ 43	60
- 51,5	51,5
- 17	0
- 8,5	8,5
- 60	60
- 120	120

$$\chi^2 = 19,82$$

Merfen - Bergamottöl!

Herobier

1 Tag Einwirkungsduer

Merfen	Bergamott
+	5
-	5
-	10
-	13

Wachstum

$$\chi^2 = 1,98$$

Anaerobier

1 Tag Einwirkungsduer

Merfen	Bergamott
+	5
-	5
-	10
-	13

$$\chi^2 = 1,98$$

1. Tag Herobier + Anaerobier

Merfen	Bergamott
+	10
-	10
-	20
-	26

$$\chi^2 = 3,96$$

3 Tage Einwirkungsduer

Merfen	Bergamott
+	1
-	9
-	10
-	8

Wachstum

$$\chi^2 = 7,5$$

Merfen	Bergamott
+	3
-	7
-	10
-	11

$$\chi^2 = 5,05$$

3. Tag Herobier + Anaerobier

Merfen	Bergamott
+	4
-	16
-	20
-	19

$$\chi^2 = 12,08$$

7 Tage Einwirkungsduer

Merfen	Bergamott
+	1
-	9
-	10
-	5

Wachstum

$$\chi^2 = 2,4$$

Merfen	Bergamott
+	3
-	7
-	10
-	8

$$\chi^2 = 0,83$$

7. Tag Herobier + Anaerobier

Merfen	Bergamott
+	4
-	16
-	20
-	13

$$\chi^2 = 2,84$$

Gesamtvergleich Herobier

Merfen	Bergamott
+	7
-	23
-	30
-	26

Wachstum

$$\chi^2 = 9,9$$

Gesamtvergleich Anaerobier

Merfen	Bergamott
+	11
-	19
-	30
-	32

$$\chi^2 = 6,68$$

Gesamtvergleich Herobier + Anaerobier

Merfen	Bergamott
+	18
-	42
-	60
-	58

$$\chi^2 = 16,14$$

Calxylwasser - Cialit

Herobier

1 Tag Einwirkungsdauer

Calxylwasser Cialit

Wachstum	+	0	1	1
	-	0,5	0,5	1
	-	10	9	19
	-	9,5	9,5	19
	-	10	10	20

$$\chi^2 = 0,76$$

(mit F-Test)

Anaerobier

1 Tag Einwirkungsdauer

Calxylwasser Cialit

Wachstum	+	0	9	9
	-	4,5	4,5	9
	-	10	1	11
	-	6,5	5,5	11
	-	10	10	20

$$\chi^2 = 16,4$$

3 Tage Einwirkungsdauer

Calxylwasser Cialit

Wachstum	+	2	1	3
	-	4,5	1,5	3
	-	8	9	17
	-	8,5	8,5	17
	-	10	10	20

$$\chi^2 = 0,4$$

7 Tage Einwirkungsdauer

Calxylwasser Cialit

Wachstum	+	0	0	0
	-	0	0	0
	-	10	10	20
	-	10	10	20
	-	10	10	20

$$\chi^2 = 0$$

(mit F-Test)

Gesamtvergleich Herobier

Calxylwasser Cialit

Wachstum	+	2	2	4
	-	2,8	2,8	5,6
	-	2,8	2,8	5,6
	-	30	30	60

$$\chi^2 = 0$$

Gesamtvergleich Anaerobier

Calxylwasser Cialit

Wachstum	+	1	11	12
	-	6	6	12
	-	2,9	19	48
	-	2,4	2,4	4,8
	-	30	30	60

$$\chi^2 = 6,42$$

4. Tag Herobier + Anaerobier

Calxylwasser Cialit

Wachstum	+	0	10	10
	-	5	5	10
	-	2,0	1,0	3,0
	-	1,5	1,5	3,0
	-	2,0	2,0	4,0

$$\chi^2 = 13,32$$

3. Tag Herobier + Anaerobier

Calxylwasser Cialit

Wachstum	+	3	3	6
	-	3	3	6
	-	1,7	1,7	3,4
	-	1,7	1,7	3,4
	-	2,0	2,0	4,0

$$\chi^2 = 0$$

7. Tag Herobier + Anaerobier

Calxylwasser Cialit

Wachstum	+	0	0	0
	-	0	0	0
	-	2,0	2,0	4,0
	-	2,0	2,0	4,0
	-	2,0	2,0	4,0

$$\chi^2 = 0$$

(mit F-Test)

Gesamtvergleich Herobier + Anaerobier

Calxylwasser Cialit

Wachstum	+	3	13	16
	-	8	8	16
	-	5,7	4,7	10,4
	-	5,2	5,2	10,4
	-	6,0	6,0	12,0

$$\chi^2 = 7,22$$

Eine erste Einordnung der Desinfektionsmittel in Bezug auf ihre Gesamtwirkung soll an dieser Stelle bereits vorgenommen werden.

	Calxylwasser	Cialit	Merfen	Bergamottöl	Chlorpheniramin	Nelkenöl	aqua dest.
+	3	13	18	40	41	44	60
-	57	47	42	20	19	16	0
	60	60	60	60	60	60	60
	I	II	III	IV			

Mit Hilfe des Dispersionsindex χ^2 lassen sich statistisch gesichert vier Gruppen deutlich unterscheiden.

Die Abgrenzungen innerhalb der einzelnen Gruppen sind festgelegt durch:

Cialit - Merfen: $p > 5\%$

Bergamottöl - Nelkenöl: $p > 5\%$

Die statistisch gesicherten Unterschiede zwischen den Gruppen ergeben sich durch:

Nelkenöl - aqua dest.: $p < 1\%$

Merfen - Bergamottöl: $p < 1\%$

Calxylw. - Cialit: $p < 1\%$

Daraus ergibt sich: Ist Nelkenöl gesichert besser als aqua dest., so sind auch die übrigen Desinfektionsmittel gesichert besser als aqua dest., da sie eine geringere Zahl von Wachstum als Nelkenöl aufweisen.

Ist Bergamottöl gesichert schlechter als Merfen, so sind auch die restlichen Medikamente der Gruppe III und die Gruppe IV statistisch gesichert schlechter als Merfen. Folglich müssen sie auch gegen Cialit und Calxylwasser gesichert schlechter sein.

Aus der Tabelle läßt sich aber vor allem ersehen: Calxyl-

wasser ist insgesamt gesehen statistisch gesichert besser als Cialit, folglich auch statistisch gesichert besser als alle anderen Desinfektionsmittel.

Die fünf Tabellentafeln würden statistisch für eine allgemeingültige Aussage genügen. Um eine Übersicht über die Medikamentenwirkung nach den verschiedenen Einwirkungszeiten zu ermöglichen, die z.B. trotz einer gesicherten Gesamtwirkung unterschiedlich sein kann, soll auf die folgenden Tabellen nicht verzichtet werden. Eine Diskussion und eine genauere Einordnung nach verschiedenen Wertigkeitsstufen soll später im Anschluß an die Tabellen erfolgen.

Merfen - aqua dest.

Herobier

1 Tag Einwirkungsdauer

Merfen aqua dest.

+	5	10	15
-	7,5	7,5	0
-	2,5	2,5	5
-	10	10	20

$$\chi^2 = 6,66$$

Merfen aqua dest.

+	5	10	15
-	7,5	7,5	0
-	2,5	2,5	5
-	10	10	20

$$\chi^2 = 6,66$$

Anaerobier

1. Tag Herobier + Anaerobier

Merfen aqua dest.

+	10	20	30
-	15	15	0
-	5	5	10
-	20	20	40

$$\chi^2 = 13,2$$

3 Tage Einwirkungsdauer

Merfen aqua dest.

+	1	10	11
-	5,5	5,5	0
-	4,5	4,5	9
-	10	10	20

$$\chi^2 = 16,36$$

Merfen aqua dest.

+	3	10	13
-	6,5	6,5	0
-	7	3,5	7
-	10	10	20

$$\chi^2 = 10,76$$

7 Tage Einwirkungsdauer

Merfen aqua dest.

+	1	10	11
-	5,5	5,5	0
-	4,5	4,5	9
-	10	10	20

$$\chi^2 = 16,36$$

Merfen aqua dest.

+	3	10	13
-	6,5	6,5	0
-	7	3,5	7
-	10	10	20

$$\chi^2 = 10,76$$

7. Tag Herobier + Anaerobier

Merfen aqua dest.

+	4	20	24
-	12	12	0
-	8	8	16
-	20	20	40

$$\chi^2 = 26,66$$

Gesamtvergleich Herobier

Merfen aqua dest.

+	7	30	37
-	18,5	18,5	0
-	23	11,5	23
-	30	30	60

$$\chi^2 = 37,28$$

Gesamtvergleich Anaerobier

Merfen aqua dest.

+	11	30	41
-	20,5	20,5	0
-	19	9,5	19
-	30	30	60

$$\chi^2 = 27,8$$

Gesamtvergleich Herobier + Anaerobier

Merfen aqua dest.

+	18	60	78
-	39	39	0
-	42	21	42
-	60	60	120

$$\chi^2 = 64,6$$

Bergamottöl - aqua dest.

Herobier

1 Tag Einwirkungsdauer

Bergamott aqua dest.

+	8	10	18
-	9	9	0
-	2	1	2
-	10	10	20

$$\chi^2 = 2,2,22$$

Bergamott aqua dest.

+	8	10	18
-	9	9	0
-	2	1	2
-	10	10	20

$$\chi^2 = 2,2,22$$

3 Tage Einwirkungsdauer

Bergamott aqua dest.

+	7	10	17
-	8,5	8,5	0
-	3	1,5	3
-	10	10	20

$$\chi^2 = 3,53$$

Bergamott aqua dest.

+	8	10	18
-	9	9	0
-	2	1	2
-	10	10	20

$$\chi^2 = 2,2,22$$

7 Tage Einwirkungsdauer

Bergamott aqua dest.

+	4	10	14
-	7	7	0
-	6	3	6
-	10	10	20

$$\chi^2 = 8,58$$

Bergamott aqua dest.

+	5	10	15
-	7,5	7,5	0
-	5	2,5	5
-	10	10	20

$$\chi^2 = 6,66$$

Gesamtvergleich Herobier

Bergamott aqua dest.

+	19	30	49
-	24,5	24,5	0
-	11	5,5	11
-	30	30	60

$$\chi^2 = 13,46$$

Gesamtvergleich Anaerobier

Bergamott aqua dest.

+	21	30	51
-	25,5	25,5	0
-	9	4,5	9
-	30	30	60

$$\chi^2 = 10,58$$

1. Tag Herobier + Anaerobier

Bergamott aqua dest.

+	16	20	36
-	18	18	0
-	4	2	4
-	20	20	40

$$\chi^2 = 4,44$$

3. Tag Herobier + Anaerobier

Bergamott aqua dest.

+	15	20	35
-	17,5	17,5	0
-	5	2,5	5
-	20	20	40

$$\chi^2 = 5,72$$

7. Tag Herobier + Anaerobier

Bergamott aqua dest.

+	9	20	29
-	14,5	14,5	0
-	11	5,5	11
-	20	20	40

$$\chi^2 = 15,18$$

Gesamtvergleich Herobier + Anaerobier

Bergamott aqua dest.

+	40	60	100
-	50	50	0
-	20	10	20
-	60	60	120

$$\chi^2 = 2,4$$

Calxylwasser - aqua dest.

Herobier

1 Tag Einwirkungsdauer

Calxylwasser aqua dest.		
+	0	10
-	5	10
-	10	0
-	5	10
-	10	20

$$\chi^2 = 20$$

Wachstum

Anaerobier

Calxylwasser aqua dest.

Calxylwasser aqua dest.		
+	0	10
-	5	10
-	10	0
-	5	10
-	10	20

$$\chi^2 = 20$$

1. Tag Herobier + Anaerobier

Calxylwasser aqua dest.		
+	0	20
-	10	10
-	20	0
-	10	10
-	20	20

$$\chi^2 = 40$$

3 Tage Einwirkungsdauer

Calxylwasser aqua dest.		
+	2	10
-	6	8
-	8	0
-	4	4
-	10	20

$$\chi^2 = 13,34$$

Wachstum

Calxylwasser aqua dest.

Calxylwasser aqua dest.		
+	1	10
-	5,5	5,5
-	9	0
-	4,5	4,5
-	10	20

$$\chi^2 = 16,36$$

7 Tage Einwirkungsdauer

Calxylwasser aqua dest.		
+	0	10
-	5	10
-	10	0
-	5	10
-	10	20

$$\chi^2 = 20$$

Wachstum

Calxylwasser aqua dest.

Calxylwasser aqua dest.		
+	0	10
-	5	10
-	10	0
-	5	10
-	10	20

$$\chi^2 = 20$$

7. Tag Herobier + Anaerobier

Calxylwasser aqua dest.		
+	0	20
-	10	10
-	20	0
-	10	10
-	20	40

$$\chi^2 = 40$$

Gesamtvergleich Herobier

Calxylwasser aqua dest.		
+	2	30
-	16	16
-	28	0
-	14	14
-	30	60

$$\chi^2 = 5,25$$

Wachstum

Gesamtvergleich Anaerobier

Calxylwasser aqua dest.		
+	1	30
-	15,5	15,5
-	29	0
-	14,5	14,5
-	30	60

$$\chi^2 = 56,14$$

Gesamtvergleich Herobier + Anaerobier

Calxylwasser aqua dest.		
+	3	60
-	34,5	34,5
-	57	0
-	28,5	28,5
-	60	60

$$\chi^2 = 62,1$$

Cialit - aqua dest.

Herobier

1 Tag Einwirkungsduer

	Cialit	aqua dest.
Wachstum	+ 1	10
	6,5	5,5
-	9	0
	4,5	4,5
	10	10
		2,0

$$\chi^2 = 16,36$$

	Cialit	aqua dest.
Wachstum	+ 9	10
	9,5	9,5
-	1	0
	0,5	0,5
	10	10
		2,0

$$\chi^2 = 0,76$$

(mit F-Test)

1. Tag Herobier + Anaerobier

	Cialit	aqua dest.
Wachstum	+ 10	20
	15	15
-	10	0
	5	5
	20	20
		40

$$\chi^2 = 13,02$$

3 Tage Einwirkungsduer

	Cialit	aqua dest.
Wachstum	+ 1	10
	5,5	5,5
-	9	0
	4,5	4,5
	10	10
		2,0

$$\chi^2 = 16,36$$

	Cialit	aqua dest.
Wachstum	+ 2	10
	6	6
-	8	0
	4	4
	10	10
		2,0

$$\chi^2 = 13,34$$

7 Tage Einwirkungsduer

	Cialit	aqua dest.
Wachstum	+ 0	10
	5	5
-	10	0
	5	5
	10	10
		2,0

$$\chi^2 = 20$$

	Cialit	aqua dest.
Wachstum	+ 0	10
	5	5
-	10	0
	5	5
	10	10
		2,0

$$\chi^2 = 20$$

7. Tag Herobier + Anaerobier

	Cialit	aqua dest.
Wachstum	+ 0	20
	10	10
-	20	0
	10	10
	20	20
		40

$$\chi^2 = 40$$

Gesamtvergleich Herobier

	Cialit	aqua dest.
Wachstum	+ 2	30
	16	16
-	28	0
	14	14
	30	30
		60

$$\chi^2 = 52,5$$

Gesamtvergleich Anaerobier

	Cialit	aqua dest.
Wachstum	+ 11	30
	20,5	20,5
-	19	0
	9,5	9,5
	30	30
		60

$$\chi^2 = 27,8$$

Gesamtvergleich Herobier + Anaerobier

	Cialit	aqua dest.
Wachstum	+ 13	60
	26,5	26,5
-	47	0
	23,5	23,5
	60	60
		120

$$\chi^2 = 60,8$$

ChlorphenolKampfer- aqua dest.

Reerobier

1 Tag Einwirkungsdauer

Chlorphenol aqua dest.

Wachstum	+	9	10	19
	-	9,5	9,5	0
	-	9,5	9,5	1
	-	10	10	20

$$\chi^2 = 0,76$$

(mit F-Test)

Anaerobier

Chlorphenol aqua dest.

+	8	10	18
-	9	9	0
-	2	1	2
-	10	10	20

$$\chi^2 = 2,22$$

1.Tag Aerobier + Anaerobier

Chlorphenol aqua dest.

+	17	20	37
-	48,5	48,5	0
-	4,5	4,5	3
-	20	20	40

$$\chi^2 = 3,24$$

3 Tage Einwirkungsdauer

Chlorphenol aqua dest.

Wachstum	+	8	10	18
	-	9	9	0
	-	2	1	2
	-	10	10	20

$$\chi^2 = 2,22$$

Chlorphenol aqua dest.

+	6	10	16
-	8	8	0
-	4	2	4
-	10	10	20

$$\chi^2 = 5$$

3. Tag Aerobier + Anaerobier

Chlorphenol aqua dest.

+	14	20	34
-	17	17	0
-	3	3	6
-	20	20	40

$$\chi^2 = 7,06$$

7 Tage Einwirkungsdauer

Chlorphenol aqua dest.

Wachstum	+	4	10	14
	-	7	7	0
	-	6	3	6
	-	10	10	20

$$\chi^2 = 8,58$$

Chlorphenol aqua dest.

+	6	10	16
-	8	8	0
-	4	2	4
-	10	10	20

$$\chi^2 = 5$$

7. Tag Aerobier + Anaerobier

Chlorphenol aqua dest.

+	10	20	30
-	15	15	0
-	10	5	10
-	20	20	40

$$\chi^2 = 13,34$$

Gesamtvergleich Reerobier

Chlorphenol aqua dest.

Wachstum	+	2,1	30	51
	-	25,5	25,5	0
	-	4,5	4,5	9
	-	30	30	60

$$\chi^2 = 10,58$$

Gesamtvergleich Anaerobier

Chlorphenol aqua dest.

+	20	30	50
-	2,5	2,5	0
-	10	5	10
-	30	30	60

$$\chi^2 = 12$$

Gesamtvergl. Aerobier + Anaerobier

Chlorphenol aqua dest.

+	4,1	60	101
-	50,5	50,5	0
-	19	9,5	19
-	60	60	120

$$\chi^2 = 22,58$$

Calxylwasser - Merfen

Herobier

1 Tag Einwirkungsdauer

Calxylwasser Merfen

+	0	5	5
-	10	5	15
-	7,5	7,5	10
-	10	10	20

$$\chi^2 = 6,66$$

Calxylwasser Merfen

+	0	2,5	5	5
-	10	5	15	15
-	7,5	7,5	10	20
-	10	10	20	20

$$\chi^2 = 6,66$$

Anaerobier

3 Tage Einwirkungsdauer

Calxylwasser Merfen

+	2	1	3
-	8	9	17
-	8,5	8,5	10
-	10	10	20

$$\chi^2 = 0,4$$

Calxylwasser Merfen

+	1	2	3	4
-	9	7	16	16
-	8	8	10	20
-	10	10	20	20

$$\chi^2 = 1,25$$

7 Tage Einwirkungsdauer

Calxylwasser Merfen

+	0	1	1
-	9,5	9	19
-	9,5	9,5	10
-	10	10	20

$$\chi^2 = 0,76$$

(mit F-Test)

Calxylwasser Merfen

+	0	3	3
-	10	7	17
-	8,5	8,5	10
-	10	10	20

$$\chi^2 = 3,52$$

Gesamtvergleich Herobier

Calxylwasser Merfen

+	2	7	9
-	28	23	51
-	25,5	25,5	30
-	30	30	60

$$\chi^2 = 3,24$$

Gesamtvergleich Anaerobier

Calxylwasser Merfen

+	1	6	7
-	29	24	53
-	26,5	26,5	30
-	30	30	60

$$\chi^2 = 4,04$$

1. Tag Herobier + Anaerobier

Calxylwasser Merfen

+	0	6	10
-	20	10	30
-	15	15	20
-	20	20	40

$$\chi^2 = 13,34$$

3. Tag Herobier + Anaerobier

Calxylwasser Merfen

+	3	4	7
-	17	16	33
-	16,5	16,5	20
-	20	20	40

$$\chi^2 = 0,17$$

7. Tag Herobier + Anaerobier

Calxylwasser Merfen

+	0	4	4
-	20	16	36
-	18	18	20
-	20	20	40

$$\chi^2 = 4,4$$

Gesamtvergleich Herobier + Anaerobier

Calxylwasser Merfen

+	3	8	13	16
-	57	47	104	168
-	52	52	104	208
-	60	60	120	240

$$\chi^2 = 7,22$$

Calxylwasser - ChlorphenolKampfer

Herobier

4Tag Einwirkungsdauer

Wachstum	Calxyl	Chlorphenol
+	0	9
-	4,5	4,5
-	10	1
-	5,5	5,5
-	10	10
-	20	20

$$\chi^2 = 16,4$$

Calxyl	Chlorphenol
+	0
-	4
-	10
-	6
-	10
-	20

$$\chi^2 = 13,34$$

3Tage Einwirkungsdauer

Wachstum	Calxyl	Chlorphenol
+	2	8
-	5	5
-	8	2
-	5	5
-	10	10
-	20	20

$$\chi^2 = 7,2$$

Calxyl	Chlorphenol
+	1
-	3,5
-	9
-	6,5
-	10
-	20

$$\chi^2 = 5,5$$

7Tage Einwirkungsdauer

Wachstum	Calxyl	Chlorphenol
+	2	4
-	8	2
-	10	6
-	8	8
-	10	10
-	20	20

$$\chi^2 = 5$$

Calxyl	Chlorphenol
+	3
-	7
-	10
-	7
-	10
-	20

$$\chi^2 = 8,58$$

Gesamtvergleich Herobier

Wachstum	Calxyl	Chlorphenol
+	2	21
-	41,5	11,5
-	28	9
-	48,5	48,5
-	30	30
-	60	60

$$\chi^2 = 26,7$$

Gesamtvergleich Anaerobier

Calxyl	Chlorphenol
+	1
-	10,5
-	29
-	19,5
-	30
-	60

$$\chi^2 = 26,42$$

1.Tag Herobier + Anaerobier

Calxyl	Chlorphenol
+	0
-	8,5
-	20
-	11,5
-	20
-	40

$$\chi^2 = 21,56$$

3.Tag Herobier + Anaerobier

Calxyl	Chlorphenol
+	3
-	8,5
-	17
-	11,5
-	20
-	40

$$\chi^2 = 12,38$$

7.Tag Herobier + Anaerobier

Calxyl	Chlorphenol
+	0
-	5
-	20
-	15
-	20
-	40

$$\chi^2 = 13,34$$

Gesamtvergl. Herobier + Anaerobier

Calxyl	Chlorphenol
+	3
-	22
-	57
-	38
-	60
-	120

$$\chi^2 = 50,84$$

Calxylwasser - Nelkenöl

Herobier

1 Tag Einwirkungsdauer

Wachstum	Calxyl	Nelkenöl
+	0	7
-	10	3
	6,5	6,5
	10	10
		20

$$\chi^2 = 10,76$$

Anaerobier

Wachstum	Calxyl	Nelkenöl
+	0	7
-	10	3
	6,5	6,5
	10	10
		20

$$\chi^2 = 10,76$$

3 Tage Einwirkungsdauer

Wachstum	Calxyl	Nelkenöl
+	2	10
-	8	0
	4	4
	10	10
		20

$$\chi^2 = 13,34$$

Wachstum	Calxyl	Nelkenöl
+	1	7
-	9	3
	6	6
	10	10
		20

$$\chi^2 = 7,5$$

7 Tage Einwirkungsdauer

Wachstum	Calxyl	Nelkenöl
+	0	7
-	10	3
	6,5	6,5
	10	10
		20

$$\chi^2 = 10,76$$

Wachstum	Calxyl	Nelkenöl
+	0	5
-	10	5
	7,5	7,5
	10	10
		20

$$\chi^2 = 6,66$$

Gesamtvergleich Herobier

Wachstum	Calxyl	Nelkenöl
+	2	24
-	13	13
	28	6
	17	17
	30	30
		60

$$\chi^2 = 32,84$$

Gesamtvergleich Anaerobier

Wachstum	Calxyl	Nelkenöl
+	1	19
-	10	10
	29	11
	20	20
	30	30
		60

$$\chi^2 = 24,06$$

1. Tag Herobier + Anaerobier

Wachstum	Calxyl	Nelkenöl
+	0	14
-	20	6
	13	13
	20	20
		40

$$\chi^2 = 21,5$$

3. Tag Herobier + Anaerobier

Wachstum	Calxyl	Nelkenöl
+	3	17
-	17	3
	10	10
	20	20
		40

$$\chi^2 = 19,6$$

7. Tag Herobier + Anaerobier

Wachstum	Calxyl	Nelkenöl
+	6	12
-	20	8
	14	14
	20	20
		40

$$\chi^2 = 17,14$$

Gesamtvergleich Herobier + Anaerobier

Wachstum	Calxyl	Nelkenöl
+	23	43
-	57	17
	37	37
	60	60
		120

$$\chi^2 = 56,4$$

Cialit - ChlorphenolKampfer

Flerobier

1 Tag Einwirkungsdauer

	Cialit	Chlorphenol
Wachstum	1	9
	5	5
	9	1
	5	5
	10	10
	20	20

$$\chi^2 = 12,8$$

	Cialit	Chlorphenol
Wachstum	9	8
	8,5	8,5
	1	2
	1,5	1,5
	10	10
	20	20

$$\chi^2 = 0,39$$

3 Tage Einwirkungsdauer

	Cialit	Chlorphenol
Wachstum	1	8
	4,5	4,5
	9	2
	5,5	5,5
	10	10
	20	20

$$\chi^2 = 9,9$$

	Cialit	Chlorphenol
Wachstum	2	6
	4	4
	8	4
	6	6
	10	10
	20	20

$$\chi^2 = 3,33$$

7 Tage Einwirkungsdauer

	Cialit	Chlorphenol
Wachstum	0	4
	2	2
	10	6
	8	8
	10	10
	20	20

$$\chi^2 = 5$$

	Cialit	Chlorphenol
Wachstum	0	6
	3	3
	10	4
	7	7
	10	10
	20	20

$$\chi^2 = 8,58$$

Gesamtvergleich Flerobier

	Cialit	Chlorphenol
Wachstum	2	21
	11,5	11,5
	28	9
	18,5	18,5
	30	30
	60	60

$$\chi^2 = 26,7$$

Gesamtvergleich Anaerobier

	Cialit	Chlorphenol
Wachstum	11	20
	15,5	15,5
	19	10
	14,5	14,5
	30	30
	60	60

$$\chi^2 = 5,42$$

4. Tag Flerobier + Anaerobier

	Cialit	Chlorphenol
Wachstum	10	17
	13,5	13,5
	10	3
	6,5	6,5
	20	20
	40	40

$$\chi^2 = 5,6$$

3. Tag Flerobier + Anaerobier

	Cialit	Chlorphenol
Wachstum	3	14
	8,5	8,5
	17	6
	11,5	11,5
	20	20
	40	40

$$\chi^2 = 13,42$$

7. Tag Flerobier + Anaerobier

	Cialit	Chlorphenol
Wachstum	0	10
	5	5
	20	10
	15	15
	20	20
	40	40

$$\chi^2 = 13,34$$

Gesamtvergl. Flerobier + Anaerobier

	Cialit	Chlorphenol
Wachstum	13	41
	27	27
	47	19
	33	33
	60	60
	120	120

$$\chi^2 = 26,38$$

Cialit - Bergamottöl

Herobier

1 Tag Einwirkungsdauer

Cialit Bergamott

+	1	8	9
	4,5	4,5	
-	9	2	11
	5,5	5,5	
	10	10	20

$$\chi^2 = 9,9$$

Cialit Bergamott

+	9	8	17
	8,5	8,5	
-	1	2	3
	1,5	1,5	
	10	10	20

$$\chi^2 = 0,39$$

Anaerobier

1. Tag Herobier + Anaerobier

Cialit Bergamott

+	10	16	26
	13	13	
-	10	4	14
	7	7	
	20	20	40

$$\chi^2 = 39,4$$

3 Tage Einwirkungsdauer

Cialit Bergamott

+	1	7	8
	4	4	
-	9	3	12
	6	6	
	10	10	20

$$\chi^2 = 7,5$$

Cialit Bergamott

+	2	8	10
	5	5	
-	8	2	10
	5	5	
	10	10	20

$$\chi^2 = 7,2$$

7 Tage Einwirkungsdauer

Cialit Bergamott

+	0	4	4
	2	2	
-	10	6	16
	8	8	
	10	10	20

$$\chi^2 = 5$$

Cialit Bergamott

+	0	5	5
	2,5	2,5	
-	10	5	15
	7,5	7,5	
	10	10	20

$$\chi^2 = 6,66$$

7. Tag Herobier + Anaerobier

Cialit Bergamott

+	0	9	9
	4,5	4,5	
-	20	11	31
	15,5	15,5	
	20	20	40

$$\chi^2 = 11,62$$

Gesamtvergleich Herobier

Cialit Bergamott

+	2	19	21
	10,5	10,5	
-	28	11	39
	19,5	19,5	
	30	30	60

$$\chi^2 = 21,18$$

Gesamtvergleich Anaerobier

Cialit Bergamott

+	11	21	32
	16	16	
-	19	9	28
	14	14	
	30	30	60

$$\chi^2 = 6,68$$

Gesamtvergleich Herobier + Anaerobier

Cialit Bergamott

+	13	40	53
	26,5	26,5	
-	47	20	67
	33,5	33,5	
	60	60	120

$$\chi^2 = 24,62$$

Cialit-Neikenö!

Herobier

1 Tag Einwirkungsdauer

Wachstum	Cialit	Neikenö!
+	1	7
-	9	3
	10	10
		20

$$\chi^2 = 7,5$$

Anoerobier

Wachstum	Cialit	Neikenö!
+	9	7
-	1	3
	10	10
		20

$$\chi^2 = 1,3$$

3 Tage Einwirkungsdauer

Wachstum	Cialit	Neikenö!
+	1	10
-	9	0
	10	10
		20

$$\chi^2 = 16,36$$

7 Tage Einwirkungsdauer

Wachstum	Cialit	Neikenö!
+	0	7
-	10	3
	10	10
		20

$$\chi^2 = 10,76$$

Gesamtvergleich Herobier

Wachstum	Cialit	Neikenö!
+	2	24
-	28	6
	30	30
		60

$$\chi^2 = 33,16$$

Gesamtvergleich Anoerobier

Wachstum	Cialit	Neikenö!
+	11	19
-	19	11
	30	30
		60

$$\chi^2 = 4,24$$

1. Tag Herobier + Anaerobier

Wachstum	Cialit	Neikenö!
+	10	14
-	10	6
	20	20
		40

$$\chi^2 = 1,66$$

3. Tag Herobier + Anaerobier

Wachstum	Cialit	Neikenö!
+	3	17
-	17	3
	20	20
		40

$$\chi^2 = 19,6$$

7. Tag Herobier + Anaerobier

Wachstum	Cialit	Neikenö!
+	0	12
-	20	8
	20	20
		40

$$\chi^2 = 17,12$$

Gesamtvergleich Herobier + Anaerobier

Wachstum	Cialit	Neikenö!
+	13	43
-	47	17
	60	60
		120

$$\chi^2 = 30,18$$

Merfen - ChlorphenolKampfer

Herobier

1Tag Einwirkungsdauer

Merfen	Chlorphenol
+	5
-	5
	10

Wachstum

$$\chi^2 = 3,81$$

Merfen	Chlorphenol
+	5
-	5
	10

$$\chi^2 = 1,98$$

3 Tage Einwirkungsdauer

Merfen	Chlorphenol
+	1
-	9
	10

Wachstum

$$\chi^2 = 9,9$$

Merfen	Chlorphenol
+	3
-	7
	10

$$\chi^2 = 1,82$$

7 Tage Einwirkungsdauer

Merfen	Chlorphenol
+	1
-	9
	10

Wachstum

$$\chi^2 = 2,4$$

Merfen	Chlorphenol
+	3
-	7
	10

$$\chi^2 = 1,82$$

Gesamtvergleich Herobier

Merfen	Chlorphenol
+	7
-	23
	30

Wachstum

$$\chi^2 = 13,12$$

Merfen	Chlorphenol
+	11
-	19
	30

Gesamtvergleich Anaerobier

Merfen	Chlorphenol
+	11
-	19
	30

Wachstum

$$\chi^2 = 5,42$$

1.Tag Herobier+Anaerobier

Merfen	Chlorphenol
+	10
-	10
	20

$$\chi^2 = 5,62$$

3. Tag Herobier + Anaerobier

Merfen	Chlorphenol
+	9
-	16
	20

$$\chi^2 = 10,10$$

7.Tag Herobier + Anaerobier

Merfen	Chlorphenol
+	7
-	16
	20

$$\chi^2 = 3,96$$

Gesamtvergl. Herobier+Anaerobier

Merfen	Chlorphenol
+	18
-	42
	60

Wachstum

$$\chi^2 = 17,64$$

Merfen - Nelkenöl

Flerobier

1 Tag Einwirkungsduer

Merfen	Nelkenöl
+ 5	8
- 6,5	6,5
- 5	2
- 3,5	3,5
- 10	10
- 20	20

$$\chi^2 = 1,98$$

Merfen	Nelkenöl
+ 5	7
- 6	6
- 4	5
- 10	4
- 12	3
- 8	8
- 20	20

$$\chi^2 = 0,84$$

3 Tage Einwirkungsduer

Merfen	Nelkenöl
+ 1	10
- 5,5	5,5
- 9	0
- 4,5	4,5
- 10	10
- 20	20

$$\chi^2 = 16,38$$

Merfen	Nelkenöl
+ 3	7
- 5	5
- 7	3
- 5	5
- 10	10
- 10	10
- 20	20

$$\chi^2 = 3,2$$

7 Tage Einwirkungsduer

Merfen	Nelkenöl
+ 1	7
- 4	4
- 9	3
- 6	6
- 10	10
- 20	20

$$\chi^2 = 7,5$$

Merfen	Nelkenöl
+ 3	5
- 4	4
- 7	5
- 6	6
- 10	10
- 8	12
- 20	20

$$\chi^2 = 0,83$$

Gesamtvergleich Flerobier

Merfen	Nelkenöl
+ 7	25
- 16	16
- 23	5
- 14	14
- 30	30
- 60	60

$$\chi^2 = 21,7$$

Gesamtvergleich Anaerobier

Merfen	Nelkenöl
+ 11	19
- 15	15
- 19	11
- 15	15
- 30	30
- 60	60

$$\chi^2 = 4,24$$

1. Tag Flerobier + Anaerobier

Merfen	Nelkenöl
+ 10	15
- 12,5	12,5
- 10	5
- 7,5	7,5
- 20	20
- 40	40

$$\chi^2 = 2,66$$

3. Tag Flerobier + Anaerobier

Merfen	Nelkenöl
+ 4	17
- 10,5	10,5
- 16	3
- 9,5	9,5
- 20	20
- 40	40

$$\chi^2 = 17,04$$

7. Tag Flerobier + Anaerobier

Merfen	Nelkenöl
+ 4	12
- 8	8
- 16	8
- 12	12
- 20	20
- 40	40

$$\chi^2 = 6,76$$

Gesamtvergleich Flerobier + Anaerobier

Merfen	Nelkenöl
+ 18	44
- 31	31
- 42	16
- 29	29
- 60	60
- 120	120

$$\chi^2 = 22,56$$

Bergamottöl - ChlorphenolKampfer

Herobier

1Tag Einwirkungsdauer

Bergamott Chlorphenol

Wachstum	+	8	9	17
	-	8,5	1,5	3
	-	4,5	1,5	20
	-	10	10	20

$$\chi^2 = 0,4$$

Anaerobier

Bergamott Chlorphenol

Wachstum	+	8	8	16
	-	2	2	4
	-	2	2	20
	-	10	10	20

$$\chi^2 = 0$$

4.Tag Ferobier + Anaerobier

Bergamott Chlorphenol

Wachstum	+	16	17	33
	-	10,5	16,5	7
	-	3,5	3,5	40
	-	20	20	40

$$\chi^2 = 6$$

3Tage Einwirkungsdauer

Bergamott Chlorphenol

Wachstum	+	7	8	15
	-	7,5	7,5	5
	-	3	2	20
	-	2,5	2,5	20

$$\chi^2 = 0,28$$

Bergamott Chlorphenol

Wachstum	+	8	6	14
	-	7	7	6
	-	3	3	20
	-	10	10	20

$$\chi^2 = 0,94$$

3.Tag Ferobier + Anaerobier

Bergamott Chlorphenol

Wachstum	+	15	14	29
	-	14,5	14,5	11
	-	5	5,5	40
	-	20	20	40

$$\chi^2 = 0,14$$

7Tage Einwirkungsdauer

Bergamott Chlorphenol

Wachstum	+	4	4	8
	-	4	4	12
	-	6	6	20
	-	10	10	20

$$\chi^2 = 0$$

Bergamott Chlorphenol

Wachstum	+	5	6	11
	-	5,5	5,5	9
	-	4,5	4,5	20
	-	10	10	20

$$\chi^2 = 0,22$$

7.Tag Ferobier + Anaerobier

Bergamott Chlorphenol

Wachstum	+	9	10	19
	-	9,5	9,5	21
	-	11	10,5	40
	-	20	20	40

$$\chi^2 = 0,1$$

Gesamtvergleich Herobier

Bergamott Chlorphenol

Wachstum	+	19	21	40
	-	20	20	20
	-	11	9	20
	-	30	30	60

$$\chi^2 = 0,3$$

Gesamtvergleich Anaerobier

Bergamott Chlorphenol

Wachstum	+	21	20	41
	-	20,5	20,5	19
	-	9,5	9,5	60
	-	30	30	60

$$\chi^2 = 0,08$$

Gesamtvergleich Ferobier + Anaerobier

Bergamott Chlorphenol

Wachstum	+	40	41	81
	-	40,5	40,5	39
	-	20	19	120
	-	60	60	120

$$\chi^2 = 0,04$$

Chlorophenol/Kompfer-NeiKenöl

Herobier

1 Tag Einwirkungsdauer

Chlorphenol NeiKenöl

Wachstum	+	9	7	16
	-	1	3	4
	-	10	10	20

$$\chi^2 = 1,25$$

Chlorphenol NeiKenöl

+	8	7	15
-	7,5	7,5	5
-	2,5	2,5	5
-	10	10	20

$$\chi^2 = 0,28$$

3 Tage Einwirkungsdauer

Chlorphenol NeiKenöl

Wachstum	+	8	10	18
	-	9	0	2
	-	1	1	2
	-	10	10	20

$$\chi^2 = 2,66$$

7 Tage Einwirkungsdauer

Chlorphenol NeiKenöl

Wachstum	+	4	7	11
	-	5,5	5,5	9
	-	6	3	9
	-	4,5	4,5	9
	-	10	10	20

$$\chi^2 = 1,82$$

Gesamtvergleich Herobier

Chlorphenol NeiKenöl

Wachstum	+	2,1	24	45
	-	22,5	22,5	15
	-	9	6	15
	-	7,5	7,5	15
	-	30	30	60

$$\chi^2 = 0,8$$

Gesamtvergleich Anaerobier

Chlorphenol NeiKenöl

+	20	19	39
-	19,5	19,5	21
-	10	11	21
-	10,5	10,5	21
-	30	30	60

$$\chi^2 = 0,08$$

1. Tag Herobier + Anaerobier

Chlorphenol NeiKenöl

+	17	14	31
-	15,5	15,5	9
-	3	6	9
-	4,5	4,5	9
-	20	20	40

$$\chi^2 = 4,3$$

3. Tag Herobier + Anaerobier

Chlorphenol NeiKenöl

+	14	17	31
-	15,5	15,5	9
-	6	3	9
-	4,5	4,5	9
-	20	20	40

$$\chi^2 = 1,3$$

7. Tag Herobier + Anaerobier

Chlorphenol NeiKenöl

+	10	12	22
-	11	11	9
-	10	8	18
-	9	8	18
-	20	20	40

$$\chi^2 = 0,4$$

Gesamtvergleich Herobier + Anaerobier

Chlorphenol NeiKenöl

+	41	43	84
-	42	42	36
-	19	17	36
-	18	18	36
-	60	60	120

$$\chi^2 = 0,16$$

Erklärung zu den Tabellentafeln

In den Tabellen wurden z.B. nach den verschiedenen Einwirkungszeiten das aerobe und anaerobe Wachstum nach Einwirkung des Desinfektionsmittels zusammengefaßt. Hier kann es vorkommen, daß ein Mittel nach einer bestimmten Einwirkungs-dauer gegen aerobes Wachstum gesichert, gegen anaerobes Wachstum aber nur auffällig besser wirkt. Sieht man aber die Hemmwirkung des Medikamentes nach der bestimmten Einwirkungszeit in der zugehörigen Zwischentabelle, so kann es hier statistisch signifikant besser sein.

Dasselbe gilt, und das sei hier zur Erklärung als zweites Beispiel aufgeführt, wenn man die Hemmwirkung gegen aerobes oder anaerobes Wachstum unter Vernachlässigung der Einwirkungszeiten der Mittel zusammenfaßt. So kann ein Mittel nach einer bestimmten Einwirkungs-dauer gesichert und nach späteren Einwirkungszeiten einmal auffällig und trotzdem in der zugehörigen Zwischentabelle wieder statistisch gesichert besser sein.

Ebenfalls können z.B. zweimal nicht gesicherte Teilergebnisse zu statistisch auffälligen Gesamtergebnissen führen.

Ähnliches kommt auch in der Gesamttabelle vor, die sich aus den Zwischentabellen mit dem Wachstum nach den verschiedenen Einwirkungszeiten zusammensetzt oder aus den Zwischentabellen, in denen die Aerobier und Anaerobier zusammengefaßt sind.

Zu erklären sind diese Beurteilungsänderungen mit der Prüfenauigkeit, die mit der höheren Versuchszahl steigt. Denn hier ergeben sich aus relativ geringen Abweichungen

von den Landsummenverhältnissen auffällige oder gesicherte
Unterschiede.

Vergleich der Medikamente mit aqua dest.

aerobes u. anaerobes Wachstum zusammengef.

aqua dest.	4. Tag Herobier Anaerobier	3. Tag Herobier Anaerobier	7. Tag Herobier Anaerobier
Merfen	gesichert gesichert	gesichert gesichert	gesichert gesichert
Cialit	gesichert —	gesichert gesichert	gesichert gesichert
Chlorphenolk.	— —	— auffällig	gesichert auffällig
Calxylwasser	gesichert gesichert	gesichert gesichert	gesichert gesichert
Neikenöl	— —	— —	— gesichert
Bergamottöl	— —	— —	gesichert gesichert

Herobier u. Anaerobier; Wachstum nach 1, 3 u. 7 Tagen zusammengefaßt.

aqua dest.	Herobier 1. 3. u. 7. Tag	Anaerobier 1. 3. u. 7. Tag
Merfen	gesichert	gesichert
Cialit	gesichert	gesichert
Chlorphenolk.	gesichert	gesichert
Calxylwasser	gesichert	gesichert
Neikenöl	gesichert	gesichert
Bergamottöl	gesichert	gesichert

Gesamttabelle

	1. Tag Herobier Anaerobier	3. Tag Herobier Anaerobier	7. Tag Herobier Anaerobier
Merfen	gesichert gesichert	gesichert gesichert	gesichert gesichert
Cialit	gesichert —	gesichert gesichert	gesichert gesichert
Chlorphenolk.	— —	gesichert	gesichert
Calxylwasser	gesichert gesichert	gesichert gesichert	gesichert gesichert
Neikenöl	gesichert —	—	gesichert
Bergamottöl	auffällig	auffällig	gesichert

aerobes bzw. anaerobes Wachstum u. Einwirkungsdauer unberücksichtigt.

aqua dest.	Herobier + Anaerobier 1., 3. u. 7. Tag
Merfen	gesichert
Cialit	gesichert
Chlorphenolk.	gesichert
Calxylwasser	gesichert
Neikenöl	gesichert
Bergamottöl	gesichert

Aqua dest. Gesamt- und Zwischentabellen

Zuerst wurden die Medikamente dem Placebo aqua dest. gegenübergestellt.

Zur Erklärung der Tabellen sei darauf hingewiesen, daß die Wertbezeichnung gesichert bzw. auffällig sich jeweils auf eine bessere Wirkung der Medikamente gegenüber aqua dest. bezieht. Grundsätzlich gilt bei dem Vergleich mit aqua dest., wie später näher erklärt, daß in den Zwischen- und Gesamtabellen nur das Wachstum insgesamt, aerob und anaerob, betrachtet wird.

Nach allen Einwirkungszeiten erscheinen Calxylwasser, Cialit und Merfen statistisch gesichert besser als aqua dest.. Nicht gesichert besser ist Chlorphenolkampfer nach 1tägiger, Nelkenöl nach 3tägiger Einwirkungsdauer und Bergamottöl zeigt sich nach 1 und 3 Tagen nur auffällig besser.

Ein kritischerer Vergleich ist in der Gesamttabelle bei einer Zahl von 60 Versuchen möglich. Hierbei zeigt sich, daß, wie früher erwähnt, nicht nur Calxylwasser, Merfen und Cialit, sondern auch Chlorphenolkampfer, Nelkenöl und Bergamottöl eine statistisch gesichert bessere Hemmwirkung als aqua dest. entfalten.

Merfen statistisch besser als

	1. Tag		3. Tag		7. Tag	
	Herobier	Anaerobier	Herobier	Anaerobier	Herobier	Anaerobier
Cialit	—	—	—	—	—	—
ChlorphenolK	—	—	gesichert	—	—	—
Calxylwasser	—	—	—	—	—	—
NelKenöl	—	—	gesichert	—	gesichert	—
Bergamottöl	—	—	gesichert	auffällig	—	—

Cialit statistisch besser als

	1. Tag		3. Tag		7. Tag	
	Herobier	Anaerobier	Herobier	Anaerobier	Herobier	Anaerobier
Merfen	—	—	—	—	—	—
ChlorphenolK	gesichert	—	gesichert	—	auffällig	gesichert
Calxylwasser	—	—	—	—	—	—
NelKenöl	gesichert	—	gesichert	auffällig	gesichert	auffällig
Bergamottöl	gesichert	—	gesichert	gesichert	auffällig	gesichert

Calxylwasser statistisch besser als

	1. Tag		3. Tag		7. Tag	
	Herobier	Anaerobier	Herobier	Anaerobier	Herobier	Anaerobier
Merfen	gesichert	gesichert	—	—	—	—
Cialit	—	gesichert	—	—	—	—
ChlorphenolK	gesichert	gesichert	gesichert	auffällig	auffällig	gesichert
NelKenöl	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert
Bergamottöl	gesichert	gesichert	auffällig	gesichert	auffällig	gesichert

Vergleich von Medikamenten: Aerobier u. Anaerobier
(Wachstum nach 1, 3 u. 7 Tagen Einwirkungsdauer zusammengefaßt)

		gesichert schlechter	auffällig schlechter	Kein Unter- schied	auffällig besser	gesichert besser
Aerobier	Merfen			Cialit Calxylwasser		Chlorphenolk. Nelkenöl Bergamottöl
	Cialit			Merfen Calxylwasser		Chlorphenolk. Nelkenöl Bergamottöl
	Chlorphenolk.	Merfen Cialit Calxylwasser		Nelkenöl Bergamottöl		
	Calxylwasser			Merfen Cialit		Chlorphenolk. Nelkenöl Bergamottöl
	Nelkenöl	Merfen Cialit Calxylwasser		Chlorphenolk. Bergamottöl		
	Bergamottöl	Merfen Cialit Calxylwasser		Chlorphenolk. Nelkenöl		
Anaerobier	Merfen		Calxylwasser	Cialit	Chlorphenolk. Nelkenöl	Bergamottöl
	Cialit		Calxylwasser	Merfen	Chlorphenolk. Nelkenöl	Bergamottöl
	Chlorphenolk.	Calxylwasser	Merfen Cialit	Nelkenöl Bergamottöl		
	Calxylwasser				Merfen Cialit	Chlorphenolk. Nelkenöl Bergamottöl
	Nelkenöl	Calxylwasser	Merfen Cialit	Chlorphenolk. Bergamottöl		
	Bergamottöl	Merfen Cialit Calxylwasser		Chlorphenolk. Nelkenöl		

Vergleich von Medikamenten nach best. Einwirkungszeit
(aerobes u. anaerobes Wachstum zusammengefasst)

		gesichert schlechter	auffällig schlechter	Kein Unter- schied	auffällig besser	gesichert besser
1. Tag	Merfen	Calxylwasser		Neikenöl Cialit	Chlorphenolk. Bergamottöl	
	Cialit	Calxylwasser		Merfen Neikenöl	Chlorphenolk. Bergamottöl	
	Chlorphenolk.	Calxylwasser	Merfen Cialit	Neikenöl Bergamottöl		
	Calxylwasser					Merfen Cialit Chlorphenolk. Neikenöl Bergamottöl
	Neikenöl	Calxylwasser		Merfen Cialit Chlorphenolk. Bergamottöl		
	Bergamottöl	Calxylwasser	Merfen Cialit	Chlorphenolk. Neikenöl		
3. Tag	Merfen			Cialit Calxylwasser		Chlorphenolk. Neikenöl Bergamottöl
	Cialit			Merfen Calxylwasser		Chlorphenolk. Neikenöl Bergamottöl
	Chlorphenolk.	Merfen Cialit Calxylwasser		Neikenöl Bergamottöl		
	Calxylwasser			Merfen Cialit		Chlorphenolk. Neikenöl Bergamottöl
	Neikenöl	Merfen Cialit Calxylwasser		Chlorphenolk. Bergamottöl		
	Bergamottöl	Merfen Cialit Calxylwasser		Chlorphenolk. Neikenöl		
7. Tag	Merfen		Calxylwasser	Bergamottöl Cialit	Chlorphenolk.	Neikenöl
	Cialit			Merfen Calxylwasser		Chlorphenolk. Neikenöl Bergamottöl
	Chlorphenolk.	Cialit Calxylwasser	Merfen	Neikenöl Bergamottöl		
	Calxylwasser			Cialit	Merfen	Chlorphenolk. Neikenöl Bergamottöl
	Neikenöl	Merfen Cialit Calxylwasser		Chlorphenolk. Bergamottöl		
	Bergamottöl	Cialit Calxylwasser		Merfen Chlorphenolk. Neikenöl		

Gesamttabelle

Vergleich von Medikamenten

(aerobes bzw. anaerobes Wachstum u. Einwirkungsdauer unberücksichtigt)

	gesichert schlechter	auffällig schlechter	kein Unterschied	auffällig besser	gesichert besser
Merfen	Calxylwasser		Cialit		Chlorphenolk. Nelkenöl Bergamottöl
Cialit	Calxylwasser		Merfen		Chlorphenolk. Nelkenöl Bergamottöl
Chlorphenolk.	Merfen Cialit Calxylwasser		Nelkenöl Bergamottöl		
Calxylwasser					Merfen Cialit Chlorphenolk. Nelkenöl Bergamottöl
Nelkenöl	Merfen Cialit Calxylwasser		Chlorphenolk. Bergamottöl		
Bergamottöl	Merfen Cialit Calxylwasser		Nelkenöl Chlorphenolk.		

Diskussion der Zwischen- und Gesamttabellen

Die Medikamente wurden hier unter sich verglichen. Die Beurteilung erfolgt in fünf Stufen, die sich in gesichert, auffällig besser, in statistisch weder gesichert noch auffällig besser oder schlechter, auffällig und gesichert schlechter unterteilen. Unter den jeweiligen Rubriken werden die Medikamente aufgeführt, die in einem bestimmten Verhältnis zu dem Vergleichenden stehen. Wie erwähnt werden in den ersten Zwischentabellen das Wachstumsergebnisse (Aerobier und Anaerobier) nach den verschiedenen Einwirkungszeiten, in der zweiten Zwischentabelle die Aerobier bzw. Anaerobier unter Vernachlässigung der Einwirkungszeiten dargestellt. Diese Tabellen erlauben eine Beurteilung der Wirkung der Desinfektionsmittel in Abhängigkeit von der Einwirkungsdauer, ihre Wirkung auf aerobes bzw. anaerobes Wachstum sowie ihre Gegenüberstellung. Weiter lassen sie den Weg, der zu der statistisch gesicherten Beurteilung in der Gesamttabelle führt, genau verfolgen.

So sieht man z.B., daß Calxylwasser nach 1tägiger Einwirkungsdauer signifikant besser Wachstum verhindert als Merfen. In den Tabellen nach Ordnung in Aerobier und Anaerobier unter Vernachlässigung der Einwirkungszeiten läßt sich aber kein signifikanter Unterschied nachweisen. In der Gesamttabelle, ohne Rücksicht auf Einwirkungsdauer, aerobes und anaerobes Wachstum, zeigt sich jedoch wieder eine signifikant bessere Wirkung.

Im Rahmen dieser Arbeit möchte ich nur ausführlicher auf die Tabellen eingehen, die Aerobier und Anaerobier vernach-

lässigen und das Wachstum als solches berücksichtigen. Es sind dies die Zwischentabellen mit der Übersicht über das Wachstum an den einzelnen Tagen und die Gesamttabelle, die außer Aerobier und Anaerobier auch die Einwirkungszeiten unberücksichtigt läßt. (Dennoch wird an dieser Stelle auf die Zwischentabellen aufmerksam gemacht, die die Wachstums- hemmung noch in eine aerobe und anaerobe unterteilen.) Da nicht weiter auf die bakterielle Zusammensetzung des kariösen Dentins und die Beeinflussung der einzelnen Bakterien eingegangen wird, interessiert letztlich nur, ob Wachstum möglich ist oder nicht.

So sehen wir in den Zwischentabellen, daß das stark alkalische Calxylwasser nach 1tägiger Einwirkungsdauer statistisch gesichert besser erscheint; nach 3 und 7 Tagen Einwirkungs- dauer ist gegenüber Cialit und Merfen kein Unterschied mehr festzustellen. Trotzdem zeigt das Calxylwasser, bedingt durch die größere Genauigkeit, die sich aus einer auf 60 erhöhten Versuchszahl ergibt, in der Gesamttabelle auch verglichen mit allen anderen Medikamenten, eine statistisch bessere Wirkung. Calxylwasser darf deshalb mit Recht in dieser Versuchsreihe als das wirksamste Desinfektionsmittel bezeichnet werden.

An zweiter Stelle sind Merfen und Cialit zu nennen. Sie erscheinen nach 1tägiger Einwirkungs- dauer gegenüber Chlorphenolkampfer und Bergamottöl statistisch auffällig besser, während beide gegenüber Nelkenöl nicht gesichert besser sind. Schon nach 3tägiger Einwirkungs- dauer kristallisiert sich die signifikant bessere Wirkung der beiden heraus, was auch weiterhin gegenüber Nelkenöl nach 7 Tagen der Fall

ist. Während Cialit diese bessere Wirkung im Hinblick auf Chlorphenolkampfer und Bergamottöl beibehält, zeigt Merfen gegenüber Chlorphenolkampfer ein nur noch statistisch auffällig besseres und gegenüber Bergamottöl ein statistisch nicht mehr gesichert unterschiedliches Ergebnis. Trotzdem ergibt sich in der Gesamttabelle für Cialit und Merfen wiederum durch steigende Versuchszahl (60) und Prüfgenaugkeit bedingt gegenüber Chlorphenolkampfer, Nelkenöl und Bergamottöl ein durchaus signifikant besseres Resultat. Die beiden Medikamente unter sich verglichen, zeigen sowohl in der Zwischentabelle als auch in der Gesamttabelle keinen statistisch gesicherten Unterschied.

Die drei am Schluß aufgeführten Desinfektionsmittel Chlorphenolkampfer, Nelkenöl und Bergamottöl weisen unter sich nach 1, 3 und 7tägiger Einwirkungsdauer in den Zwischentabellen, und wie sich hieraus ergibt auch in der Gesamttabelle, keine statistisch gesichert bessere bzw. schlechtere Hemmwirkung gegen Bakterienwachstum auf.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß dem Medikament Calxylwasser der absolute Vorrang gegeben werden muß, und weiterhin das Desinfektionsmittel Cialit auf Grund seiner besseren Wirkung nach 7tägiger Einwirkungsdauer dem Merfen gegenüber vorzuziehen ist.

Zusammenfassung der statistischen Auswertung der Versuche

6 Medikamente wurden im χ^2 -Test bzw. exakten Fisher Test auf signifikant bzw. auffällige Unterschiede untersucht. Es wurde mit dem Vierfelder-Test in Einzeltabellen die Wirksamkeit der Medikamente nach den Einwirkungszeiten gegen aerobes und anaerobes Wachstum, darauf in den einen Zwischentabellen die Wirksamkeit gegen das Wachstum nach den einzelnen Einwirkungszeiten und in den andern die Wirksamkeit gegen das aerobe und anaerobe Wachstum unter Vernachlässigung der Einwirkungszeiten geprüft und gegenübergestellt. In den Gesamtabellen wird weder auf unterschiedliches Wachstum von Aerobiern und Anaerobiern noch auf die verschiedenen Einwirkungszeiten eingegangen. Hieraus ergab sich eine Abstufung der Medikamente. Systematisch ähnlich wurden zuvor auch alle Medikamente mit aqua dest. verglichen.

Zur besseren Veranschaulichung sei das Wachstum in einer Auswahl von Photographien dargestellt.

Bei Bild Nr. 1 handelt es sich um eine anaerobe Züchtung in Thioglycolatbouillon, nachdem Chlorphenolkampfer 7 Tage eingewirkt hat. Die Gläschen 2, 3, 4, 6, 9 und 10 zeigen das anaerobe Wachstum, während die restlichen Reagenzgläser nicht infizierte Bouillon aufweisen.

Auf Bild Nr. 2 sehen wir 10 Reagenzgläser mit infizierter Traubenzuckerbouillon nach 7tägiger Einwirkung von aqua dest. und auf

Bild Nr. 3 ebensoviel anaerobes Wachstum nach der selben Einwirkungszeit von aqua dest. in Thioglycolatbouillon.

- 0 -

Auf Bild Nr. 4 finden wir neunmal ansehnliches Wachstum und einmal kein Wachstum in Thioglycolatbouillon nach 1tägiger Einwirkungszeit von 0,1 lit.

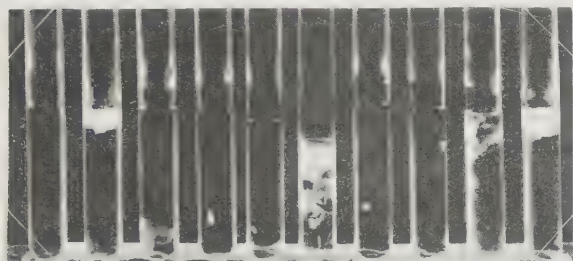


Bild 1

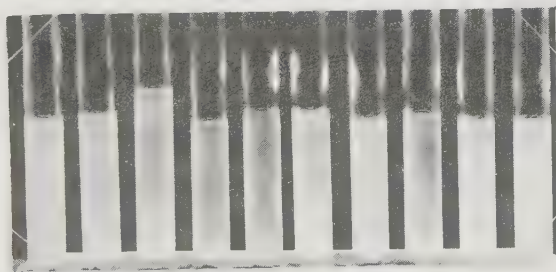


Bild 2

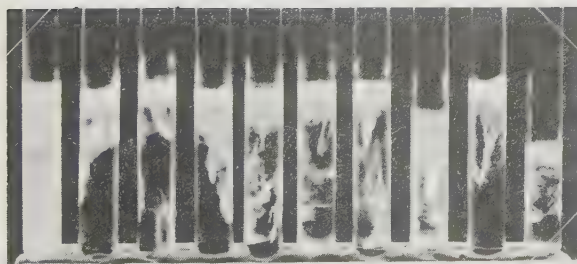


Bild 3

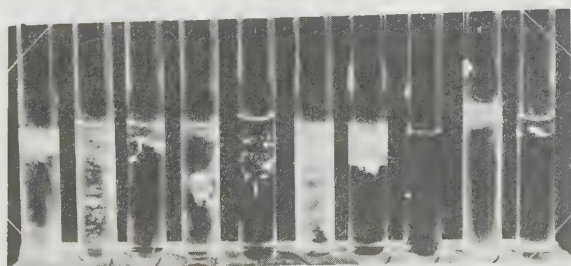


Bild 4

Beurteilung der Dentindesinfektion

Wie schon aus dem geschichtlichen Teil zu ersehen ist, werden im Laufe der Zeit viele Desinfektionsmittel empfohlen, aber auch verworfen. So setzt sich W a n n e n m a c h e r (42) für Jodalkohol und Argentosol ein, W i t z e l (43) für Chlorzink- und Phenollösung, B a u m e (2) für eine desinfizierende Chlorzinkzementfüllung, M ü n c h (33) für Jodoformzement u.s.w. Doch weit bekannter wurden die sogenannten Imprägnierungsmittel wie z.B. die Howe'sche Silberlösung, die Gottlieb'sche Lösung, das Tiranal und Dentilith. Diese Medikamente erreichen eine Verkieselung des kariösen Dentins, sollen annähernd zur Sterilität führen, Sekundärkaries unmöglich machen, sowie die Pulpa vor einer Infektion schützen. Jedoch werden sie heute durch ihr starkes Diffusionsvermögen und ihren eiweißfällenden und so pulpenschädigenden Charakter abgelehnt. Einen festen Platz in der Reihe der Desinfektionsmittel haben vor allem die Calciumhydroxydpräparate, deren erstes von B.W. H e r m a n n unter dem Namen Calxyl im Jahre 1920 empfohlen wird. Darauf folgten Sero-Calcium, Endoxyl und Neogan. Eine Behandlung des Dentins mit diesen Calciumhydroxydpräparaten haben sich im Laufe der Zeit die meisten Autoren wie z.B. S c h u b e r t (36), C a s t a g n o l a (6), W a e c h t e r (39), Z e r o s i (44), M a e g l i n (20), L ö r i n c z y - L a n d g r a f (19) und andere angeschlossen. Eine vergleichbar große Rolle spielen vor allem in Amerika die Zinkoxydeugenol- bzw. Zinkoxydnelkenölpräparate, für die sich S p r e t e r von K r e u d e n s t e i n (38)

W a n g (41) und viele andere einsetzen. In neuerer Zeit empfiehlt vor allem S c h a c h (12) ein von den Höchster Farbwerken hergestelltes Präparat, das Cialit, und das von einer Münchner Firma vertriebene und um 1930 in Barcelona in die Medizin eingeführte Merfen.

Aus dieser Vielzahl von Medikamenten zur Beeinflussung kariösen Dentins sind, wie aus der Versuchsanordnung ersichtlich, die beiden letztgenannten Medikamente, das Calxylwasser, das Nelkenöl ohne Zinkoxyd, das Bergamottöl und aus der Reihe der Phenole das Chlorphenolkampfer ausgewählt worden. Das Chlorphenolkampfer findet heute vor allem in der chirurgischen Zahnheilkunde bei der Wundtamponade infizierter Alveolen Verwendung.

Von einem Medikament zur Beeinflussung kariösen Dentins ist eine optimale Wirkung bei möglichst niedriger Konzentration wünschenswert und weiter wird von ihm gefordert:

1. Reizbeseitigung auf die Pulpa durch Neutralisation der Kariessäuren
2. eine Erhärtung des erweichten Zahnbeins
3. eine Anregung der Sekundärdentinbildung
4. Ausschluß einer pulpenschädigenden Wirkung durch Ätzung oder Eiweißkoagulation
5. eine bakteriostatische, besser bakterizide Wirkung.

Diese Bedingungen werden von den Calciumhydroxydpräparaten am besten erfüllt. Die vorzügliche Desinfektionswirkung des Calxylwassers wird durch die eigenen Versuche unterstrichen. Zurückzuführen ist die Wirkung auf den sehr hohen alkalischen pH-Wert von 12,5, der daneben noch den sauren

pH-Wert der entzündeten Pulpa in ein neutrales bis leicht alkalisches pH zurückführt und so auch die Sekundärdentinbildung anregt. Zu dieser günstigen Beeinflussung der Pulpa würde jedoch nach D a u s c h (7) eine H-Ionenkonzentration von $\text{pH} = 9,4$ genügen. Der von F r e y t a g (9a) und S a u e r w e i n (34) immer wieder propagierten Ätzwirkung von Calxyl kann ich nicht zustimmen und bin wie K n a p p w o r s t (17) der Meinung, "wenn sich trotz des relativ hohen pH-Wertes Calciumhydroxydpräparate für manche Zwecke der Therapie bewährt haben, so zeigt das die Notwendigkeit, gerade beim Calxyl nicht mit dem statischen pH-Wert zu operieren, sondern seine Umsetzung mit dem Gewebe zu betrachten, die je nach der Durchblutung verschieden starke OH-Konzentrationen geben." S a u e r w e i n (34) hat diese Faktoren nicht beachtet, wenn er seine Ätzversuche an der schlechtdurchblutenden Augenhornhaut von Meerschweinchen ausführt.

Es muß neben der starken Senkung des pH bei starker Durchblutung der Pulpa mit einer teilweisen Ausfällung von CaCO_3 gerechnet werden, die die Wirkung auf die Pulpa abschwächt. Denn das Calxyl enthält neben Natriumbikarbonat, Natrium-, Calcium- und Kaliumchlorid und geringe Mengen einer Magnesiumverbindung vor allem Calciumhydroxyd. So macht auch M a e g l i n (20) das nicht mehr desinfizierende Calciumkarbonat und andere Kalksalze, die aus Calciumhydroxydpräparaten unter dem Einfluß von Kariessäuren entstehen, für die Mißerfolge bei in vivo Untersuchungen verantwortlich. Als Ursache hierfür sieht er außerdem das Sekundärdentin, den Zustand des Dentins und die Abwehrlage des Patienten an. Diese Faktoren fallen selbstverständlich bei in vitro

Versuchen weg, und ich kann hier seine sehr guten Ergebnisse an Hand meiner Untersuchungen bestätigen.

P r o e l l (31), der die desinfektorische Eigenschaft an vergrünenden Streptokokkenstämmen durchführt, bestätigt ebenfalls die keimtötende Wirkung vor allem bei anaerober Bebrütung und erklärt das Ausbleiben der desinfizierenden Wirkung bei aerober Bebrütung auch mit der Bildung eines unwirksamen Calciumkarbonats.

Bei meinen eigenen Versuchen mit kariösem Dentin kann ich diese verminderte Wirkung auf aerobes Wachstum nicht feststellen.

Vergleichbar mit meinen Versuchsergebnissen sind die Resultate von J a n s e n, von denen P r o e l l (31) berichtet. Er hat von 10 in gesättigter Calxylösung behandelten Zähnen bei 9 ein negatives bei einem ein positives Ergebnis erzielt. J a n s e n führt, wie ich auch bei meinen Versuchen vermute, das äußerst geringe Wachstum auf Verunreinigung während des Versuches zurück. Während ich meine Untersuchungen mit kariösem Dentin von Zähnen verschiedener Patienten durchführte, benutzte J a n s e n Mischkulturen von 10 Patienten. Er stellt nach einer Einwirkung von Calxyl fest, daß sich von 108 800 000 Keimen nur noch ein Wachstum von 230 Keimen, das sind 0,0002%, feststellen ließ. Die ausgesprochen guten Calxylergebnisse von J a n s e n werden auch von C a s t a g n o l a (6) bestätigt und weichen auch nicht von meinen eigenen ab. Ob das durch das Medikament zur Verfügung gestellte Calcium für die Sekundärdentinbildung oder die Remineralisation gebraucht wird, ist fraglich. Denn nicht nur Calciumhydroxydpräparate,

sondern auch kein Calcium enthaltende Desinfektionsmittel wie z.B. das Nelkenöl regen eine Sekundärdentinbildung an.

Das Nelkenöl wurde aus versuchstechnischen Gründen ebenso wie das Bergamottöl ohne Zinkoxyd verwendet. Auch zeigt das Zinkoxyd, bekannt in Verbindung mit Körpersäuren, eine nur geringe Desinfektionswirkung und dürfte hauptsächlich als Trägersubstanz fungieren.

Das honigfarbene Bergamottöl wird aus der Fruchtschale des citrus bergamia gewonnen und das gelbliche Nelkenöl aus den Blättern und Blütenknospen des jambus caryophyllus. Während von den meisten Autoren dem Eugenol durch seine ätherischen Öle eine Ätzwirkung auf die Pulpa zugesprochen wird, weist das Nelkenöl, das nach den Angaben von S o b - k o w i a k (37) aus 70-85% Eugenol, 2-3% Aceteugenol, Caryophyllen, geringe Mengen Essigsäure, Methylalkohol, Furfurol, Methylamylketon und Vanillin besteht, eine solche Wirkung nicht in dem Maße auf. Jedoch soll auch das Nelkenöl nach K l u c z k a (16) nur bei stärkerer und härterer Dentindecke verwendet werden. Es hat eine starke Diffusionskraft und weist bei medikamentöser Beeinflussung von Zahnlein und Pulpa einen anaesthetischen Effekt auf, der eine danach entstehende Infektion und Nekrose der Pulpa verdecken kann. Bei einem pH von 6,8 reagiert es im Gegensatz zu Calxyl schwach sauer und soll entzündungswidrig sein. Über seine genauere örtliche Wirkung läßt sich nach S p r e t e r von K r e u d e n s t e i n (38) nichts genaueres sagen. "Unbestritten ist seine desinfizierende Eigenschaft", behauptet er und stützt sich auch auf die Hardwick'sche Tabelle, die unter den Desinfektionsmitteln

Zinkoxydeugenol an 3. Stelle nach gesättigter wässriger Silbernitratlösung und ammoniakalischer Silbernitratlösung mit Eugenol aufführt. Auch das von der Münchner Schule seit drei Jahren verwendete und besser als Nelkenöl bezeichnete Bergamottöl, das wir bisher aus der Parodontosebehandlung kennen, übertrifft zwar in der Gesamtwirkung das Nelkenöl um ein geringes, doch können beide an Hand meiner Versuche nicht voll befriedigen.

Dem Chlorphenolkampfer wird nach P r a d e r (28) neben Eugenol und anderen eine eiweißfällende Eigenschaft zugesprochen, die auch O v e r d i e k (24) nach Einspritzung von $0,05\text{cm}^3$ Chlorphenolkampfer in Form von Quaddeln, Pectechien und Nekrosen feststellt. Dieser Eiweißausfall ist in der Lage das Eindringen und so die Wirkung des Chlorphenolkampfers auf die Pulpa abzuschwächen. Die Ätzwirkung ist auf die Phenolkomponente zurückzuführen, die auch die Lipoidlöslichkeit bedingt. Ich bin wie O v e r d i e k (24) der Meinung, daß die Zerstörung der Lipoidfaktoren eine beträchtliche Tiefenwirkung hervorruft, die auch bei der indirekten Überkappung beachtet werden muß. Meine Versuche über eine medikamentöse Beeinflussung kariösen Dentins können eine stark antiseptische Wirkung des Chlorphenolkampfers, das aus 30 Anteilen Chlorphenol, 60 Anteilen Kampfer und 10 Anteilen Spiritus besteht, nicht bestätigen.

Keine direkte Eiweißkoagulation läßt sich nach den Prader'schen Versuchen bei Merfen 1:40 und 1:20 orig. Zyma nachweisen. Bei Merfen wie auch bei Cialit handelt es sich um Quecksilberpräparate, deren gute desinfizierende Wirkung vor allem auf die Metallionen zurückzuführen ist. Bei

Merfen entsteht ein Anion und ein Kathion, in das das Quecksilber an den Benzolring angelagert wird. Dadurch kommt es zu einem Phenylquecksilberion und zur Wirksamkeit der Flüssigkeit. Nach D o l e g a (8) verbindet sich dieses Phenylquecksilberion mit dem negativ geladenen Bakterienleib. Das farb-, geruch- und geschmacklose Merfen ist löslich in Alkohol, Wasser und Glyzerin, vollkommen ungiftig und gewebsfreundlich. Dem Merfen wird von vielen Autoren eine stark bakterizide Kraft zugeschrieben. So erfahren wir von C a s t a g n o l a (6), daß Merfen in 4%iger Konzentration sämtliche Bakterien abtötet. Auch soll es nach S c h n e i d e r (37) 1 800mal wirksamer sein als Jod. Zu nicht ganz so guten Ergebnissen konnte ich bei meinen in vitro Versuchen über die medikamentöse Beeinflussung kariösen Dentins kommen. Doch muß hier berücksichtigt werden, daß das Mittel in einer Konzentration von 1:10 000 verwendet wurde. Es war keine 100%ige Desinfektion möglich, obwohl auch die Eindringtiefe von Merfen nach K e t t e r l (15), T i s c h l e r (15) und K i e r s e (15) als gut bezeichnet wird. Sie hatten nach einer Einlage, Spülung und Einpumpen einer gefärbten Merfenlösung in den Wurzelkanal und mit radioaktivem Merfen das Desinfektionsmittel an der Zementgrenze nachgewiesen und vom Wurzelkanal aus eine Abnahme im Verhältnis 6:2:1 festgestellt.

Ebenfalls gute Eindringtiefen der Quecksilberionen des Cialits werden von H a u g g (12) beschrieben. Das Cialit kann nach einer Applikation in den Wurzelkanal auch an der Zementgrenze nachgewiesen werden. Es ist nach H a u g g , S c h u g - K ö s t e r s und S c h a c h (12) in einer

Methanacollösung und wie Merfen in Wasser löslich, zeigt bakterizide und fungizide Wirkung und keine Eiweißschädigung. S c h u g - K ö s t e r s und S c h a c h (12), die 224 Gangränfälle mit C-Stiften behandelten, konnten nach der 3. Sitzung nur noch bei 3 Fällen Bakterien nachweisen. Diese gute Wirkung, die durch die stark bakterizide Eigenschaft und Diffusionskraft bedingt ist, kann nach meinen in vitro Versuchen bestätigt werden.

Alle Medikamente können den Kavitätenboden durchdringen dies wird vor allem von S p r e t e r von K r e u d e n - s t e i n (38) mit der Schlierenmethode nachgewiesen. Deshalb müssen eiweißfällende und lipoidlösliche Stoffe besondere Berücksichtigung finden. S p r e t e r von K r e u d e n - s t e i n (38) verlangt für ätzende Mittel eine Dentindecke über 0,5mm. Da jedoch bei der indirekten Überkappung die Stärke der Dentindecke nicht bestimmbar ist, möchte ich ganz von ihrem Gebrauch abraten. Noch gefährlicher erscheinen mir, wie erwähnt, die Mittel mit lipoidlöslichen Eigenschaften, da ihr Durchdringungsvermögen erheblich stärker ist und eine Pulpennekrose befürchtet werden muß. Aus zahlreichen Arbeiten ist ersichtlich, daß eine 100%ige Desinfektion nicht möglich ist. Die guten Ergebnisse meiner in vitro Versuche mit Calxylwasser sollen aber nicht in Bezug auf die indirekte Überkappung zu voreiligen Folgerungen führen, denn es darf nicht vergessen werden, daß diese Versuche unter optimalen Bedingungen durchgeführt wurden, wie sie im Munde nie erreicht werden können. Auch haben die Versuche von M a e g l i n (20) gezeigt, daß wir bei in vivo Versuchen mit anderen Faktoren rechnen müssen, wie

z.B. der Sekundärdentinbildung und der nicht mehr antiseptischen CaCO_3 -Bildung, die zu weitaus weniger günstigen Ergebnissen beitragen. Das Merfen und vor allem das Cialit entsprechen nach meinen Versuchen den Erwartungen nur nach längerer Einwirkungszeit. Nun verlieren aber die meisten Desinfektionsmittel, vor allem die quecksilberenthaltenden nach R o s e m u n d (33) in eiweißhaltiger Umgebung an Desinfektionskraft.

Wegen der recht unsicheren Desinfektionswirkung soll alles erweichte Dentin entfernt werden, sodaß eine feste, wenn auch noch verfärbte kariöse Dentindecke diagnostiziert werden kann, um so eine bereits durch den Kariesprozeß eröffnete und stark infizierte Pulpa auszuschließen. Aus meinen Versuchsergebnissen und den eben aufgeworfenen Problemen darf zusammenfassend eine Desinfektion durch Medikamente nur als eine zusätzliche Sicherung unter einer annähernd hermetisch schließenden Füllung angesehen werden, um die mechanisch nicht mehr erreichbaren immer infizierten Dentintteile beeinflussen zu können.

III. Zusammenfassung

In einer geschichtlichen Übersicht erhalten wir einen Einblick über die Beurteilung der indirekten Überkappung in der Literatur. Darauf werden in einer Diskussion die Ansichten gegenübergestellt und durch Untersuchungen in vitro versucht, die Möglichkeit einer medikamentösen Dentinbeeinflussung zu klären. Nach der statistischen Auswertung und einer kritischen Beurteilung komme ich zu dem Ergebnis, daß trotz der guten Wirkung von Calxyl, Cialit und Merfen, jedoch bei der indirekten Überkappung nicht mit einer 100%igen Desinfektionswirkung gerechnet werden darf.

Literaturverzeichnis

1. Batt H. : "Gibt es ein Kariesrezidiv"
Schweiz. Mschr. Zahnhk. 9,
753-759 (1942)
2. Baume R. : Lehrbuch der Zahnheilkunde,
Leipzig 1890
3. Black G.V. : Konservierende Zahnheilkunde
S.244 1914
4. Bonsuck Ch.Th. : "Sauvons tout de meme beaucoup
de pulpes" Schweiz. Mschr. Zahnhk.
921-930 (1952)
"Le coiffage naturel ou indirect"
Schweiz. Mschr. Zahnhk. 219-241
(1952)
5. Büchs H. : "Das Bild der Dentindesinfektion
bei caries profunda" Dt. Zahn-
ärztebl. 9, 6-11 (1955)
6. Castagnola L. : "Die Lebenserhaltung der Pulpa"
München 1953 S.13
"Untersuchungen über die abtö-
tende Wirkung einiger neuer Me-
dikamente auf die Gangränbakterien
des Wurzelkanals vermittels Lonto-
phorese" Schweiz. Mschr. Zahnhk.
50, 437-476 (1946)
7. Dausch H. : "Über die Reaktion der vitalam-
putierten mit Calxyl bedeckten
Pulpa" Dt. Zahnärztl. Z. 7,
1447-1449 (1952)
8. Dolega : "Über die Verwendung von Herfen
in der konservierenden und der
chirurgischen Zahnheilkunde."
Zahnärztl. Rdsch. 60, 222-224
(1951)
9. Fischer R. : "Die Behandlung der caries pro-
funda" Schweiz. Mschr. Zahnhk.
64, 395-400 (1954)

- 9a. Freytag W. : "Calcyl stützt doch" Zahnärztl.
Welt 5, 610-611 (1950)
10. Geigy Tabelle : 6. Auflage 61, S.109
11. Harndt E. : "Topographische Anatomie und Pa-
thologie des kariösen Zahnes"
Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. in
Vorträgen 13, 10-30 (1953)
12. Haugg, Schug- : "Eine neue Methode zur Desinfektion
Kösters, Schach des gangränösen Wurzelkanals" Dt.
Zahnärztebl. 16, 393-399 (1962)
13. Hess W. : "Zur Frage der indirekten Überkappung"
Dt. Zahnärztebl. 9, 189-194 (1955)
"Über Randschluß und Wanddichte
der richtig hergestellten und ver-
arbeiteten Füllungsmaterialien
und den Einfluß auf die Pulpa und
die parodontalen Erkrankungen"
Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. in
Vorträgen 13, 126-136 (1953)
14. Kantorowicz A. : Handbuch der Zahnheilkunde Bd.II
München 1925, S.36
15. Ketterl W. : "Histologische Untersuchungen über
das Ausgangsstadium der sogenann-
ten indirekten Überkappung bei
caries profunda" Dt. Zahnärztl.
Z. 11, 273-276 (1964)
"Die Behandlung des pulpennahen
Kavitätenbodens" Karies- Füllungs-
methoden, M.Schug-Kösters, W.
Ketterl, A.Ring, A.Schach, H.
Töpfer, München Gräffeling 74-76
1964
Ketterl W., : "Experimentelle Untersuchungen
Kierse H., Tischler: über die Eindringtiefe von Merfen
in Wurzelkanal und Dentin" Dt.
Zahnärztl. Z. 8, 1284-1289 (1953)
16. Kluczka J. : "Die Behandlung der caries pro-
funda" Zahnärztl. Praxis 15,
289-291 (1964)
17. Knappworst A. : "Über den pH des Calciumhydroxyds"
Zahnärztl. Welt 6, 447-449 (1951)

18. Kraus A. : "Kann von dem unter einer Füllung unbehandelt zurückgelassenen kariösen Dentin die Karies weiterschreiten" Zahnärztl. Rdsch. 24, 1094-1096 (1933)
"Ist exkavieren bis ins gesunde Dentin notwendig?" Z. Stomat. 24, 1459-1462 (1934)
19. Löhrinczy-Landgraf E.: "Darf oder soll erweichtes Dentin am Kavitätenboden belassen werden" Dt. Zahnärztl. Z. 19, 30-36 (1964)
20. Maeglin B. : "Zur Behandlung der tiefen Karies mit alkalischen Kalksalzen" Dt. Zahnärztl. Z. 10, 727-733 (1954)
21. Miller W.D. : Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde 3. Aufl. Leipzig 1903
22. Müller R. : "Fehlgriffe in der Zahnerhaltungskunde" Fschr. Zahnhk. Bd. I 599 (1925)
23. Münch J. : "Die Behandlung der tiefen Karies" Zahnärztl. Praxis 6, Nr. 13, 1 (1955)
24. Overdiek H.F. : "Untersuchungen über Gewebsfreundlichkeit einiger in der Gangränbehandlung gebräuchlicher Desinfizienten" Dt. Zahnärztebl. 9, 12-17 (1955)
25. Pantke H. : "Die Erhaltung der Pulpa bei caries profunda" Zahnärztl. Rdsch. 72, 2-4 (1963)
26. Peckert H. : Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde Leipzig 1921 S. 67
27. Plathner C.- H. : "Zur Frage der Therapie zur caries profunda" Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. mit Zbl. Zahnhk. 17, 286-307 (1952-1953)

28. Prader F. : "Die Eiweißkoagulation unserer bekanntesten Einlagemittel" Schweiz. Mschr. Zahnk. 60, 27-43 (1950)
29. Preiswerk G. : Lehrbuch und Atlas der konservierenden Zahnheilkunde München 1912
30. Pritz W. : "Erfahrungen mit Calxyl zur Pulpaüberkappung" Zahnärztl. Welt/Reform 58, 120-124 (1957)
31. Proell F.W. : "Über die Eigenschaften des Calxyls und seine Vorzüge vor anderen, in der zahnärztlichen Praxis angewandten Medikamenten" Zahnärztl. Rdsch. 255-259 (1949)
32. Rebel H. : Konservierende Zahnheilkunde 3. Aufl. München 1950
33. Rosemund R. : "Über die Verwendung von Merfen zur Sterilisation und Desinfektion in der zahnärztlichen Praxis" Zahnärztl. Welt 5, 482 (1950)
34. Sauerwein E. : "Untersuchungen zur Frage der Ätzwirkung des Calxyls" Zahnärztl. Welt 6, 120-122 (1951)
35. Schneider G. : "Die Anwendung von Merfen in der Zahnheilkunde" Dt. Zahnärztl. Z. 6, 836-837 (1951)
36. Schubert L. : "Die Vitalerhaltung der Pulpa bei caries profunda" Zahnärztl. Praxis 6, 2-4 (1955)
37. Sobkowiak E.- M. : "Über Erfahrungen mit der indirekten Überkappung unter Verwendung des Zinkoxydeugenols als "undverband" Zahnärztl. Rdsch. 71, 255-262 (1962)

38. Spreter v.Kreudenstein Th.: "Die Behandlung des pulpen-
nahen Kavitätenbodens" Zahn-
Mund-Kieferhk. in Vorträgen
13, 137-148 (1953)
39. Waechter R. : "Darf man nun erweichtes
Dentin in der Kavität belas-
sen?" Dt. Zahnärztl. Z. 18,
538-541 (1963)
40. Walkhoff O. : Lehrbuch der konservierenden
Zahnheilkunde Berlin 1921
S.23, S.28, S.88
41. Wang U. : "Die indirekte Pulpaüberkap-
pfung mit Calxyl im Vergleich
zur sogenannten "natürlichen
Überkappung" Schweiz. Mschr.
Zahnhk. 63, 1135-1171 (1953)
42. Wannenmacher E. : Lehrbuch der klinischen
Zahnheilkunde Leipzig 1941
u. 2. Aufl. 1952
Lehrbuch der klinischen Zahn-
heilkunde Leipzig 1963
43. Witzel A. : "Füllen der Zähne mit Amalgam"
Berlin 1898 S.113, S.312
"Die moderne Behandlung pul-
penkranker Zähne nach einem
Vortrag" Berlin 1898 S.2
44. Zerosi C. : "Biologische und histologi-
sche Grundlagen der indirek-
ten Überkappung der Pulpa"
Zahnärztl. Praxis 4, S.1,
S.4 (1953)

Inhaltsangabe

	Seite
I. Die sogenannte indirekte Überkappung, ihre Definition und verschiedenartige Beur- teilung in einem historischen Überblick	2
Interpretation und Gegenüberstellung der Autoren	12
II. Versuchsanordnung bei eigenen Untersuchun- gen über die medikamentöse Beeinflussung kariösen Dentins in vitro	16
Tabellen mit Untersuchungsergebnissen	19
Statistische Auswertung und Diskussion der Ergebnisse der medikamentösen Dentinbeein- flussung nach einer Gegenüberstellung der Medikamente in Tabellentafeln	23
Zusammenfassung der statistischen Auswer- tung	62
Ein Einblick über das Wachstum in der Nährbouillon nach der medikamentösen Beein- flussung des kariösen Dentins in einer Auswahl von Bildern	63
Beurteilung der Dentindesinfektion auf Grund eigener Untersuchungen unter Berücksichti- gung der Literatur	64
III. Zusammenfassung	73
Literaturverzeichnis	74
Inhaltsangabe	79
Danksagung	80
Lebenslauf	81

Nach Fertigstellung meiner Arbeit möchte ich meinem Lehrer Herrn Prof. Dr. Dr. W. Ketterl für die freundliche Überlassung des Themas, für die vielen wertvollen Hinweise und Anregungen, sowie für die Übernahme des Referats aufrichtig danken.

Ebenso möchte ich auch Herrn Dr. Faßl für die freundliche Unterstützung bei der Durchführung des statistischen Teils und Frl. Henscher bei der Durchführung der mikrobiologischen Untersuchungen meinen aufrichtigen Dank aussprechen.

Lebenslauf

Als Sohn des Zahnarztes Dr. Eugen Schleiß und dessen Ehefrau Erna geb. Gallus wurde ich am 31. 3. 1941 in Seligenstadt/Hessen geboren. Nach 4 Jahren Grundschule besuchte ich ab Ostern 1952 das Einhard-Gymnasium in Seligenstadt und bestand dort im Frühjahr 1961 die Reifeprüfung. Für das Sommersemester 1961 immatrikulierte ich mich an der Johannes Gutenberg Universität in Mainz, bestand im Herbst 1963 meine zahnärztliche Vorprüfung und schloß im Juli 1966 mein Studium mit dem zahnärztlichen Staatsexamen ab. Im Anschluß daran arbeitete ich weiter an meiner Dissertation und bin nun seit 1. 3. 1967 als Assistent in der kieferorthopädischen Abteilung der Universitätsklinik für Zahn-Mund-und Kieferkrankheiten in Bonn tätig.

